细胞生物学辅导与习题详解

经典 Classics

经典教材辅导用书 ▌生物系列

知识要点
习题详解
自测练习
模拟试题
考研真题

▌高教版《细胞生物学》(第3版)(翟中和等主编)

何玉池 主编

華中科技大學出版社
http://www.hustp.com

经典

经典教材辅导用书 生物系列

- 生物化学学习指导与题解
  高教版《生物化学》（王镜岩主编）
- 植物生理学学习指导与题解
  高教版《现代植物生理学》（李合生主编）
  高教版《植物生理学》（王忠主编）
  高教版《植物生理学》（潘瑞炽主编）
- 植物学学习指导与题解
- 植物生理学辅导与习题解答
  高教版《植物生理学》（第5版）（潘瑞炽主编）
- 微生物学辅导与习题详解
  高教版《微生物学教程》（第2版）（周德庆主编）
  高教版《微生物学》（沈萍主编）
- 细胞生物学辅导与习题详解
  高教版《细胞生物学》（第3版）（翟中和等主编）

ISBN 978-7-5609-4762-4

9 787560 947624 >

定价：25.00元

策划编辑 周芬娜
胡章成
责任编辑 胡 芬
封面设计 潘 群

经典教材辅导用书·生物系列丛书

细胞生物学
辅导与习题详解

高教版《细胞生物学》(第3版)(翟中和等主编)

主　编　何玉池　(湖北大学生命科学学院)

副主编　刘凯于　(华中师范大学生命科学学院)

　　　　李运广　(华中农业大学生命科学学院)

编　者(按姓氏笔画排序)

石庆华　(新疆农业大学农学系)

汤行春　(湖北大学生命科学学院)

李　娟　(华中师范大学生命科学学院)

玛丽亚木·阿布里米提　(新疆师范大学生物与化学科学学院)

宋光建　(湖北大学生命科学学院)

余光辉　(中南民族大学生命科学学院)

葛　杰　(新疆农业大学农学系)

彭　蓉　(华中师范大学生命科学学院)

华中科技大学出版社

中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

细胞生物学辅导与习题详解/何玉池　主编.—武汉：华中科技大学出版社，2008年9月
ISBN 978-7-5609-4762-4

Ⅰ.细…　Ⅱ.何…　Ⅲ.细胞生物学-高等学校-教学参考资料　Ⅳ.Q2

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第142461号

细胞生物学辅导与习题详解　　何玉池　主编

策划编辑：周芬娜　胡章成
责任编辑：胡　芬　　封面设计：潘　群
责任校对：祝　非　　责任监印：周治超

出版发行：华中科技大学出版社(中国·武汉)
武昌喻家山　邮编：430074　电话：(027)87557437

录　排：武汉佳年华科技有限公司
印　刷：湖北恒泰印务有限公司

开本：710mm×1000mm　1/16　印张：15.75　字数：306 000
版次：2008年9月第1版　印次：2008年9月第1次印刷　定价：25.00元
ISBN 978-7-5609-4762-4/Q·34

内容简介

本书是高等学校生物类系列辅导丛书之一，与翟中和、王喜忠、丁明孝主编的《细胞生物学》(第3版)教材配套。全书按照教材的编排体系共分15章。每章包含四个部分，即学习要点、习题解答、自测题与自测题解答。学习要点简明扼要，勾勒知识体系；习题解答详略得当；自测题题量丰富，题型多样。书后附有考试真题及模拟试题，考试真题主要为部分高校研究生入学考试试题及本科期末考试试题。

本书内容丰富，重难点突出，适应面广，是生物学、医学、农林科学等专业的本科生学习细胞生物学课程的有益帮手，是备考研究生入学考试的得力助手，是生物奥赛选手的“锻炼场”和“试金石”，也可作为从事细胞生物学教学教师的参考资料。

前　言

有人说基因组时代之后是蛋白质组时代，而蛋白质组时代之后将迎来细胞组学时代。基因或蛋白功能的阐释最终必须回到细胞水平来探究其复杂的调控机制或生物大分子之间的网络关系。掌握细胞生物学的基本理论和实验技术具有重要的意义。细胞生物学这门课程的特点是“形散而神不散”，虽然涉及内容众多，表面上有些知识联系比较松散，但实际上都是围绕细胞的结构以及细胞的重要生命活动两大主题进行阐述的。系统掌握各知识点、弄清彼此的联系、进行综合的应用分析是学习细胞生物学的三个境界。欲达到此目的，一要选好教材，二要讲究学习的策略。翟中和等编写的《细胞生物学》(第3版)已经成为许多高校的教材，该教材在原有版本的基础上对内容的编排体系做了一些修改，更重要的是增加了许多与学科发展相关的前沿知识，是对第2版内容的大革新。

本书是《细胞生物学》(第3版)的配套学习辅导书。按照原教材章节顺序编排，每章包含学习要点、习题解答、自测题与自测题解答四个部分。通过学习要点的归纳，形成良好的知识结构体系，理清知识点之间的脉络关系，给大家提供了“可以收藏的课堂笔记”；通过课后习题的解析，提供对问题认识的参照体系，能激发大家的学习兴趣；通过设置题量丰富、知识点覆盖面广的自测题，能检查和巩固学习的效果。

本书的编者们长期从事细胞生物学的教学和科研，有的还承担了生物奥赛相关学科的辅导工作，对学科知识把握较准，对学生在该课程学习中遇到的困难比较了解。同时很多大学生和奥赛的精英选手为编者们提供了许多的第一手材料。为了提高学生的学习效率、优化学生的学科知识结构、提高学生的竞争力，我们经过多次磋商，决定一起执笔编写该辅导书。愿本书能给细胞生物学课程的学习以及教学提供一些帮助。

在本书的编写过程中，参考了国内相关的细胞生物学著作以及一些院校的研究生入学考试试题，在此全体编者向他们表示衷心感谢。由于时间仓促，书中难免有错误或不妥之处，恳请各位读者批评指正。

编　者

2008年5月

目　　录

第一章　绪　论

学习要点

第一节　细胞生物学研究的内容与现状

一、细胞生物学是现代生命科学的重要基础学科

细胞生物学是一门从细胞的显微结构、超微结构和分子结构的各级水平研究细胞的结构与功能的关系，从而探索细胞生长、发育、分化、繁殖、遗传、变异、代谢、衰亡及进化等各种生命现象规律的科学。

二、细胞生物学的主要研究内容

细胞生物学的研究内容主要包括以下几个方面：① 细胞核、染色体、基因调控；② 细胞膜与细胞器；③ 细胞骨架；④ 细胞增殖和调控；⑤ 细胞分化和调控；⑥ 细胞衰老和死亡；⑦ 细胞工程；⑧ 细胞起源和进化。

三、当前细胞生物学研究的总趋势与重点领域

1. 当前细胞生物学研究的三大基本问题

① 细胞内的基因组如何有序表达。

② 基因表达的产物如何逐级装配进而行使功能。

③ 基因表达的产物如何调节细胞的重要生命活动。

2. 当前细胞生物学研究的若干重大课题

① 染色体 DNA 与蛋白质的相互作用。

② 细胞增殖、分化、凋亡的相互关系及其调控。

③ 细胞信号转导的研究。

④ 细胞结构体系装配的研究。

第二节　细胞学与细胞生物学发展简史

一、细胞的发现

1665 年，罗伯特·胡克(R. Hooke)发表了《显微图谱》(《Micrographia》)一书，描述了用自制的显微镜(30 倍)观察栎树软木塞切片时发现“cellar”。

1674 年，荷兰布商列文虎克(Antony van Leeuwenhoek)自制了高倍显微镜(300 倍左右)，观察到血细胞、池塘水滴中的原生动物、人类和其他哺乳动物的精子。

二、细胞学说的建立及其意义

1. 第一阶段

1838—1839 年，德国植物学家施莱登(M. J. Schleiden)和德国动物学家施旺

(M. J. Schwann)两人共同提出细胞学说:一切动植物都是由细胞构成的,细胞是一切动植物的基本单位。他们认为,细胞是有机体的基本单元,一切动植物都由细胞发育而来,并由细胞和细胞产物构成。每一个细胞作为相对独立的单位,既有它自己的生命,又对整个生命体产生影响。

2. 第二阶段

新的细胞可以通过老的细胞繁殖产生。1858 年魏尔肖(Theodor Virchow)指出细胞只能来自细胞,进一步指明细胞作为一个相对独立的生命活动基本单位的性质。这一观点被认为是对细胞学说的一个重要补充。

三、细胞学的经典时期

各主要细胞器和细胞分裂活动被发现,构成了细胞学的经典时期。这一时期的研究主要包括原生质理论的提出、细胞分裂的研究、细胞器(如中心体、线粒体、高尔基体)的发现。

四、实验细胞学与细胞学的分支及其发展

O. Hertwig 采用实验方法研究海胆和蛔虫卵发育中的核质关系,创立了实验细胞学。此后,人们广泛采用实验的手段和分析的方法研究细胞学中的根本问题,为细胞学的研究开辟了一些新的方向和领域。实验研究与其他生物科学结合形成一些重要的分支学科,如细胞遗传学、细胞生理学、细胞化学。

五、细胞生物学学科的形成与发展

1. 20 世纪 50—60 年代

生物化学与细胞学相互渗透与结合,人们对细胞结构与功能相结合的研究水平达到前所未有的高度。细胞生物学是 20 世纪 60 年代出现的,它的研究内容在全新的高度上进行了拓展。

2. 20 世纪 70 年代

科学家将分子生物学的概念与技术引入细胞学,为细胞生物学这门学科的最后形成与建立创造了全新的局面。

3. 20 世纪 80 年代以后

细胞生物学的主要发展方向为细胞的分子生物学,在分子水平上探索细胞的基本生命规律。

六、细胞生物学的主要学术组织、学术刊物与教科书

国际性的学术组织:细胞生物学国际联盟。

国内学术组织:中国细胞生物学学会。

国际学术刊物:《Cell》、《Science》、《Nature》、《Journal of Cell Biology》、《Plant Cell》、《Plant Journal》、《Development》、《Development Biology》等。

国内学术刊物:《中国科学》、《科学通报》、《植物学报》、《植物生理与分子生物学学报》、《细胞生物学杂志》等。

习题解答

1. 根据细胞生物学研究的内容与你所掌握的生命科学知识，客观、恰当地评价细胞生物学在生命科学中所处的地位，以及它与其他学科的关系。

答 细胞生物学是一门从细胞的显微结构、超微结构和分子结构的各级水平研究细胞的结构与功能的关系，从而探索细胞生长、发育、分化、繁殖、遗传、变异、代谢、衰亡及进化等各种生命现象规律的科学。

生命体是多层次、非线性、多侧面的复杂结构体系，而细胞是生命体的结构与生命活动的基本单位，有了细胞才有完整的生命，一切生命现象的奥秘都要从细胞中寻找答案。

许多高等学校在生命科学的教学中，将细胞生物学确定为基础课程。细胞生物学、分子生物学、神经生物学和生态学并列为生命科学的四大基础学科。细胞生物学与其他学科之间的交叉渗透日益明显。

2. 通过学习细胞学发展简史，你如何认识细胞学说的重要性？

答 1838—1839 年，德国植物学家施莱登和德国动物学家施旺提出一切动植物都由细胞发育而来，并由细胞和细胞产物所构成；每个细胞作为相对独立的单位，但也与其他细胞相互影响。1858 年 Virchow 对细胞学说做了重要的补充，强调细胞只能来自细胞。

细胞学说的提出对于生物科学的发展具有重大意义。细胞学说、进化论、孟德尔遗传学称为现代生物学的三大基石，而细胞学说又是后二者的基石。对细胞结构的了解是生物科学和医学分支进一步发展所不可缺少的。

3. 试简明扼要地分析细胞生物学学科形成的客观条件，以及它今后发展的主要趋势。

答 (1) 细胞生物学学科形成的客观条件

细胞的发现(1665—1674)

1665 年，胡克发表了《显微图谱》(《Micrographia》)一书，描述了用自制的显微镜(30 倍)观察栎树软木塞切片时发现其中有许多小室，状如蜂窝，称为“cellar”。

1674 年，荷兰布商列文虎克自制了高倍显微镜(300 倍左右)，观察到血细胞、池塘水滴中的原生动物、人类和其他哺乳动物的精子。

细胞学说的建立(1838—1858)

1838—1839 年，德国植物学家施莱登和德国动物学家施旺两人共同提出细胞学说，1858 年 Virchow 对细胞学说进行了补充。

细胞学的经典时期

各种主要的细胞分裂形式和细胞器被相继发现，构成了细胞学的经典时期。

实验细胞学与细胞学的分支及其发展

O. Hertwig 创立了实验细胞学，为细胞学的研究开辟了一些新的方向和领域。细胞学形成了一些重要的分支学科，如细胞遗传学、细胞生理学、细胞化学。

细胞生物学学科的形成与发展

20 世纪 50—60 年代，生物化学与细胞学相互渗透与结合，人们对细胞结构与功能相结合的研究水平达到前所未有的高度。细胞生物学是 20 世纪 60 年代出现的。20 世纪 70 年代，科学家将分子生物学的概念与技术引入细胞学，为细胞生物学这门学科的最后形成与建立创造了全新的局面。20 世纪 80 年代出现的分子细胞生物学是细胞生物学的主要发展方向。

(2) 细胞生物学今后发展的主要趋势

纵观 20 多年来诺贝尔生理学或医学奖与化学奖的课题内容，很多都是与深刻揭示细胞生命活动的规律有关的。透射电子显微镜、扫描电子显微镜与扫描隧道显微镜的发明为细胞生物学学科的建立及发展起着重要的作用。

细胞代谢、细胞遗传、细胞的增殖与分化、细胞信息的传递等是细胞生物学的主要研究内容。细胞生物学今后发展的主要趋势概括起来有以下两点。一是基因与基因产物如何控制细胞的重要生命活动；二是基因产物，即蛋白质分子与其他生物分子如何构建与装配成细胞的结构，并行使细胞的有序的生命活动。

4. 当前细胞生物学研究的热点课题中你最感兴趣的是哪些？为什么？(依据自己的兴趣回答)

答 答案略。

自 测 题

一、名词解释

1. cell biology　　2. cell theory　　3. protoplast

4. 细胞遗传学　　5. 细胞生理学　　6. 细胞化学

二、填空题

1. ______是生命体结构与活动的基本单位。

2. 我国基础科学发展规划中生命科学的四大基础学科是______、______、______、______。

3. 1925 年提出“一切生命的关键问题都要到细胞中去寻找”的是______。

4. 研究细胞中物质代谢、能量代谢、衰老与死亡等内容的分支学科称为______。

5. 研究细胞结构和功能异常与疾病关系的细胞生物学分支称为______。

6. 细胞工程包括______、______、______、______。

7. 1840 年普金耶和 1846 年冯·莫尔首次将动植物细胞的内含物称为______；1861 年，舒尔策提出了______，认为有机体的组织单位是一小团原生质，这种物质在

一般有机体中是相似的;1880 年,Hanstein 提出______概念。

8. 1841 年 Remak 发现鸡胚血细胞的直接分裂;其后______在动物细胞中、Strasburger 在植物细胞中发现______;1883 年 van Beneden 在动物细胞中和 1886 年 Strasburger 在植物细胞中分别发现______。

9. 1883 年 van Beneden 和 Boveri 在动物细胞中发现______;1894 年 Altmann 首次发现了______;1898 年 Golgi 发现______。

10. 恩格斯将______、______、______并列为 19 世纪自然科学的三大发现,推动了人类对于自然界的认识。

11. 为了促进细胞生物学科的发展与国际交流,成立了世界性的______。我国 1980 年也成立了______。

12. 细胞生物学的分支包括______、______、______。

三、单项选择题

1. 最早发现细胞并对其命名的是(　　),有关细胞的首次描述记录在 1665 年发表的《显微图谱》。

A. Hooke　B. Leeuwenhoek　C. Brown
D. Flemming　E. Darven

2. 细胞学说的创始人是(　　)。

A . Hooke　B. Leeuwenhoek　C. Watson 和 Crick
D. Virchow　E. Schleiden 和 Schwann

3. 1894 年 Altmann 首次发现了(　　)。

A. 中心体　B. 高尔基体　C. 线粒体
D. 内质网　E. 纺锤体

4. Hooke 于 1665 年观察到的细胞实际上是(　　)。

A. 植物死亡细胞的细胞壁　B. 死去的动物细胞
C. 活的植物细胞　D. 细菌

5. 1674 年 Leeuwenhoek 用自制的显微镜观察到了(　　)。

A. 植物细胞的细胞壁　B. 精子、细菌等活细胞
C. 细胞核　D. 高尔基体等细胞器

6. 未对细胞学说的建立作出直接贡献的是(　　)。

A. 罗伯特·胡克　B. 施莱登　C. 施旺　D. 魏尔肖

7. 细胞遗传学的创始人是(　　)。

A. Mendel　B. Crick　C. Morgan
D. Virchow　E. Waldeyer

8. 最先利用离心技术分离获得细胞核和细胞器的是(　　)。

A. Waldeyer　B. van Beneden　C. Hertwig　D. Claude

9. 动物有丝分裂的发现者是(　　)。

A. Strasburger　B. Flemming　C. Waldeyer
D. van Beneden　E. Hertwig

10. 组织培养技术的创建者是(　　)。
A. Harrison 和 Carrel　B. Claude　C. Feulgen　D. Morgan

四、判断题

1. 细胞生物学的发展趋势是细胞学与分子生物学等其他学科相互渗透、相互交融。(　　)

2. 细胞学说的提出是 1839 年,真正形成完整的细胞学说是 1858 年。(　　)

3. 显微镜分辨率的提高、石蜡切片方法和染色方法的改进对各种重要细胞器的发现是非常关键的。(　　)

4. 胡克发现的细胞是软木中的活体细胞。(　　)

5. 当今细胞生物学的发展热点集中在细胞通信与细胞信号传导、细胞增殖与细胞周期的控制、细胞的衰老与死亡、干细胞及其应用等方面。(　　)

五、简答题

1. 细胞生物学的主要研究内容有哪些?

2. 列出几本国内外有关细胞生物学的期刊。

3. 简述细胞学说的建立过程及主要内容,并说明为什么说细胞学说的真正完善是 1858 年。

自测题解答

一、名词解释

1. cell biology(细胞生物学):从细胞的显微结构、超微结构和分子结构的各级水平研究细胞的结构与功能的关系,从而探索细胞生长、发育、分化、繁殖、遗传、变异、代谢、衰亡及进化等各种生命现象规律的科学。

2. cell theory(细胞学说):施莱登和施旺提出一切动植物都由细胞发育而来,并由细胞和细胞产物所构成;每个细胞作为相对独立的单位,也与其他细胞相互影响;魏尔肖后来对细胞学说做了重要的补充,强调细胞只能来自细胞。

3. protoplast(原生质体):除细胞壁之外的细胞内所有的生活物质。

4. 细胞遗传学(cytogenetics):主要从细胞学角度,特别是从染色体的结构和功能,以及染色体与其他细胞器的关系来研究细胞的遗传与变异机制。

5. 细胞生理学(cytophysiology):主要研究细胞对周围环境及信号的反应、细胞生长与繁殖的机制等重要问题。

6. 细胞化学(cytochemistry):主要对细胞内的各种化学成分进行定性、定位、定量以及动态变化研究。

二、填空题

1. 细胞
2. 细胞生物学　分子生物学　神经生物学　生态学
3. Wilson
4. 细胞生理学
5. 细胞病理学
6. 细胞融合　细胞器移植　染色体工程　细胞和组织培养
7. 原生质　原生质理论　原生质体
8. Flemming　有丝分裂　减数分裂
9. 中心体　线粒体　高尔基体
10. 细胞学说　能量转化与守恒定律　达尔文进化论
11. 细胞生物学国际联盟　中国细胞生物学学会
12. 细胞遗传学　细胞生理学　细胞化学

三、单项选择题

1. A　2. E　3. C　4. A　5. B　6. A　7. C
8. D　9. B　10. A

四、判断题

1. √　2. √　3. √　4. ×　5. √

五、简答题

1. 细胞生物学研究的主要内容包括以下几个方面:① 细胞核、染色体、基因表达;② 生物膜与细胞器;③ 细胞骨架体系;④ 细胞增殖及其调控;⑤ 细胞分化及其调控;⑥ 细胞衰老与凋亡;⑦ 细胞的起源与进化;⑧ 细胞工程。

2. 国外杂志有:《Science》、《Nature》、《Cell》、《Plant Cell》、《Journal of Cell Biology》、《Trends in Cell Biology》。

国内杂志有:《中国科学》、《科学通报》、《植物学报》、《植物生理与分子生物学学报》、《细胞生物学杂志》、《实验生物学报》、《动物学报》。

3. (1) 细胞学说的建立过程

① 1838—1839 年,德国植物学家施莱登发表《植物发生论》,指出细胞是构成植物细胞的基本单位。

② 1839 年德国动物学家施旺发表《关于动植物的结构和生长一致性的显微研究》,指出动植物都是细胞的集合物。

③ 施莱登与施旺共同提出细胞学说:一切动植物都是由细胞构成的,细胞是一切动植物的基本单位。

(2) 当时细胞学说的基本内容

① 细胞是有机体的基本单位,一切动植物都由细胞发育而来,并由细胞和细胞产物构成。

② 每一个细胞作为相对独立的单位，既有它自己的生命，又对整个生命体产生影响。

③ 新的细胞可以通过老的细胞繁殖产生。

1840 年，一些学者认识到细胞的繁殖是通过某种分裂的形式进行的，最初细胞学说中关于“细胞的繁殖是新细胞在老细胞的核中产生”的谬误被纠正。1858 年魏尔肖指出，细胞只能来自细胞，进一步指明细胞作为一个相对独立的生命活动基本单位的性质。这一观点被认为是对细胞学说的一个重要补充。

第二章　细胞的统一性和多样性

学习要点

第一节　细胞的基本概念

一、细胞是生命活动的基本单元

① 一切有机体都由细胞构成，细胞是构成有机体的基本单位。

② 细胞是独立的、有序的自控代谢体系，是代谢与功能的基本单位。

③ 细胞是有机体生长与发育的基础。

④ 细胞是遗传的基本单位，具有遗传的全能性，少数特化细胞除外。

⑤ 没有细胞就没有完整的生命。

二、细胞概念的新思考

① 细胞是多层次、非线性与多层面的复杂结构体系。

② 细胞是物质(结构)、能量与信息过程精巧结合的综合体。

③ 细胞是高度有序的、具有自组装与自组织能力的体系。

三、细胞的基本共性

① 组成细胞的基本元素是相同的。

② 所有的细胞表面都有细胞质膜。

③ 所有的细胞均有两种核酸。

④ 所有的细胞均含有合成蛋白质的核糖体。

⑤ 所有的细胞均以一分为二的方式进行增殖。

第二节　原核细胞与古核细胞

一、最小、最简单的细胞——支原体

① 支原体是目前发现的最小、最简单的细胞，具备了细胞的基本形态结构，并具有作为生命活动基本单位存在的主要特征。

② 支原体具有细胞生存所需要的最低数量的蛋白(700 多种)。

③ 支原体以一分为二的方式进行繁殖。

维持细胞基本生命活动细胞直径的最小极限不可能小于 100 nm，支原体已经接近该极限。

二、原核细胞的两个代表——细菌和蓝藻

(一) 细菌细胞

① 细菌细胞没有典型的核结构，只有类核，核区不表现 Feulgen 正反应。

② 细菌细胞的表面包含细胞质膜、中膜体、细胞壁、荚膜、鞭毛。

③ 细菌细胞的核糖体的沉降系数为 70*S*,小部分为附着核糖体,大部分为游离核糖体。

④ 细菌中除了核区 DNA 外,还存在可自主复制的遗传因子(称为质粒)。质粒 DNA 常用作基因重组与基因转移的载体。

⑤ 细菌细胞内生孢子是不良条件下的休眠体,是单细胞特殊的分化方式。

(二) 蓝藻细胞

① 蓝藻中遗传物质的所在部位为中心质,DNA 含量比原核生物大。

② 蓝藻是最简单的光能自养生物之一,其光合作用装置十分简单。

③ 蓝藻的光合作用(不同于光合细菌)片层上附有藻胆蛋白体,将光能传递给叶绿素(蓝藻仅含叶绿素 a),属于原始低效的光合作用,可放出氧气。

④ 蓝藻细胞内有丰富的内含物。

⑤ 蓝藻的细胞脂膜外有细胞壁和一层胶质层(又称为鞘)。

⑥ 蓝藻细胞体积较其他原核细胞大,常以单细胞、群体、丝状体等形式存在,依靠分裂进行繁殖。

三、古核细胞(古细菌)

古核细胞的形态结构和遗传装置与原核细胞相似,有些分子的进化特征更接近于真核细胞。最早发现的古核细胞是产甲烷细菌类。

真细菌、古核生物、真核生物的比较如下表所示:

成　分	真　细　菌	古核生物	真核生物
细胞壁	含肽聚糖,对抗生素敏感	不含肽聚糖,对抗生素不敏感	不含肽聚糖,对抗生素不敏感
DNA 与基因结构	不含重复序列	存在重复序列	存在大量重复序列
核小体结构	无组蛋白,无核小体结构	有组蛋白,有核小体结构,与真核生物的核小体有差异	有组蛋白,有核小体结构
核糖体	70*S*,55 种蛋白质,对抗生素敏感	70*S*,60 种以上蛋白质,对抗生素不敏感	80*S*,70～84 种蛋白质,对抗生素不敏感
5*S* rRNA	为细菌 5*S* rRNA	与真核生物 5*S* rRNA 类似,与细菌 5*S* rRNA 差别很大	为真核 5*S* rRNA

第三节　真核细胞

一、真核细胞的基本结构体系

生物膜的分化使细胞内部结构和功能更复杂、更高级,以生物膜系统为基础形成了核和质两大区域,并形成多种细胞器,保证各种物质代谢过程互不干扰、有序进行,各区域分工明确精细、功能专一。

遗传物质和遗传结构装置的增多和复杂化，使遗传信息更加稳定。基因转录和翻译有严格的阶段性和区域性，基因表达调控有多层次性。

真核细胞具有庞大复杂的细胞骨架系统，对维持细胞形态和多种生理功能有重要的作用。

二、细胞的大小

① 不论物种间的差异有多大，同一器官与组织的细胞，其大小更倾向在一个恒定的范围之内。

② 细胞的体积与相对表面积成反比。相对较大的表面积有利于物质的交换和保持新陈代谢。

③ 细胞体积在不同物种间均相差悬殊，而细胞核体积相差不大。

④ 器官的大小主要取决于细胞的数量，与细胞的数量成正比，而与细胞的大小无关，这种关系有人称之为“细胞体积的守恒定律”。

⑤ 细胞内物质交流的速率与细胞体积成反比。

三、细胞形态结构与功能的关系

细胞的形态结构与功能的相关性、一致性是很多细胞的共同特点，分化程度越高的细胞表现越明显，如哺乳动物的红细胞、分泌细胞及生殖细胞。

四、原核细胞与真核细胞的比较

原核细胞与真核细胞基本特征的比较见教材中表 2-2，原核细胞与真核细胞的遗传结构装置、基因表达及其调控的比较见教材中表 2-3。

五、动物细胞与植物细胞的比较

植物细胞有一些特有的细胞结构与细胞器是动物细胞所没有的，如细胞壁、叶绿体等。动物细胞与植物细胞的比较如下表所示：

细胞结构	动物细胞	植物细胞
中心体	有	无
叶绿体	无	有
细胞壁	无	有
大液泡	无	有
胞质分裂方式	缢缩	形成细胞板

第四节　非细胞形态的生命体——病毒及其与细胞的关系

一、病毒的基本知识

病毒是非细胞形态的生命，具有以下特征。

① 病毒没有质膜。

② 病毒仅有一种核酸。

③ 病毒没有核糖体蛋白合成体系。

④ 病毒不分裂,靠宿主细胞复制、增殖。

二、病毒在细胞内增殖(复制)

病毒的增殖(复制)必须在细胞内完成,在宿主细胞内分别复制病毒核酸与翻译病毒蛋白质,然后将核酸与蛋白质组装成病毒的基本结构。

三、病毒与细胞在起源与进化中的关系

① 病毒是专性寄生,离开细胞无法生存。

② 病毒的核酸与真核细胞的核酸有相似的序列,病毒癌基因起源于细胞癌基因。

③ 病毒可以看做是DNA与蛋白质或RNA与蛋白质的复合大分子,与细胞内的核蛋白有相似之处。脊椎动物中的第二类反转录转座子的两端含有末端重复序列,结构与反转录病毒相似。

习题解答

1. 根据你所掌握的知识,如何理解"细胞是生命活动的基本单位"这一概念?

答 细胞是生命活动的基本单位包括以下几个方面的含义。

① 一切有机体都是由细胞构成的,细胞是构成有机体的形态结构单位。构成多细胞生物体的细胞虽然是"社会化"的细胞,但它们又保持着形态结构的独立性,每一个细胞具有自己完整的结构体系。

② 细胞是有机体代谢与执行功能的基本单位。在细胞内的一切生化过程与试管内的生化过程的根本不同点是细胞有严格自控的代谢体系,并且有保证完成生命过程有序性的独立的结构装置。

③ 有机体的生长与发育是依靠细胞增殖、生长、分化与凋亡来实现的,细胞是研究有机体生长与发育的基础。

④ 细胞是遗传的基本单位,每一个细胞(除少数特化细胞)都具有遗传的全能性。

总之,没有细胞就没有完整的生命。已有许多实验证明,若细胞结构完整性被破坏,就不能实现完整的生命活动。

2. 细胞的结构与功能的相关性观点是学习细胞生物学的重要原则之一,你是否能够提出一些更有说服力的论据来说明这一问题?

答 特化的细胞是细胞形态结构功能相适应的重要证据,如分泌细胞、生殖细胞、红细胞、白细胞等。特殊功能细胞表面的特化结构(如小肠上皮细胞的微绒毛、动物精细胞的鞭毛等)都是为了更好地发挥功能而进化来的。

3. 为什么说支原体可能是最小最简单的细胞存在形式?

答 支原体体积很小,直径一般只有0.1～0.3 μm,仅为细菌的1/10。虽然病

毒的体积总体上比支原体小，但它不具备细胞形态。支原体能够在培养基上生长，以一分为二的方式进行繁殖；具有典型的细胞质膜，一个环状的双螺旋 DNA 作为遗传信息的载体，mRNA 与核糖体结合为多聚核糖体，指导合成 700 多种蛋白，这也许是细胞维持生存所必需的最低数量的蛋白。

从保证一个细胞生命活动运转所必需的条件看，有人估计完成细胞功能至少需要 100 种酶，这些分子进行酶促反应所占有的空间直径为 50 nm，加上核糖体（每个 10～20 nm）、细胞膜和核酸所占有的空间，我们可以推算一个细胞的最小极限直径不可能小于 100 nm，支原体的大小已经接近理论极限。

比支原体更小、更简单，又能维持细胞生命基本活动的细胞，似乎是不可能存在的，故支原体可能是最小最简单的细胞存在形式。

4. 请你在阅读了本章以后对原核细胞与真核细胞的比较提出新的补充。

答 真核细胞与原核细胞相比，细胞膜系统出现了分化与演变。真核细胞以内膜系统的特化为基础，首先分化为两个独立的部分——细胞核与细胞质，细胞质又以内膜系统为基础分隔为结构更精细、功能更专一的各种细胞器。另外，遗传信息量与遗传装置的扩增和基因表达复杂化，编码结构蛋白与功能蛋白的基因数大大增多。遗传信息重复序列与染色体多倍性的出现，是真核细胞区别于原核细胞的另一重大标志。遗传信息的复制、转录与翻译装置和程序也相应复杂化，真核细胞内遗传信息的转录和翻译有严格的阶段性与区域性。

5. 病毒是非细胞形态的生命体，又是最简单的生命体，请论证一下它与细胞不可分割的关系。

答 ① 病毒是专性寄生，离开细胞无法生存。

② 病毒的复制必须在细胞内进行。

③ 在进化上，病毒是细胞的演化物。

因此，病毒可能是细胞在特定条件下"扔出"的一个"病毒基因组"，或者是具有复制与转录能力的 mRNA。游离的基因组只有回到原来的细胞内环境中才能进行复制与转录。

自 测 题

一、名词翻译并解释

1. cell　　2. prokaryotic cell　　3. eukaryotic cell

4. archaeobacteria　　5. plasmid

二、填空题

1. 与动物细胞相比，植物细胞所特有的结构是______、______、______。

2. ______是仅由蛋白质构成的病毒，原核细胞的主要代表是______和______。

3. 迄今发现的最小、最简单的细胞是______。

4. 细胞是由膜包围并能进行独立繁殖的______。

5. 病毒的分类方式多种多样，按核酸的种类分为______和______；按宿主的不同分为______、______和______。

6. 真核细胞与原核细胞最根本的区别可概括为两点：______和______。

7. ______是最小、最简单的有机体。

8. 古核细胞与原核细胞的不同点表现在______、______、______、______和______。

9. 细胞内代谢活动最大的特点为______。

10. 一切有机体的生长与发育都是以______为基础的，______是生长与发育的不可缺少的平衡因素。

11. ______在病毒中所占比例较小，是病毒的感染单位。______在病毒中比例较大，主要构成病毒的______。病毒的主要抗原性也是由______决定的。

12. 病毒的增殖过程首先是______，______篡夺细胞 DNA 对代谢过程的指导作用，利用______全套代谢机构，以______为模板，并翻译______，然后装配成新一代的病毒颗粒。

13. 病毒的核酸类型可分为______、______、______、______，其中单链 RNA 病毒又可分为______、______及______。

14. 地球上的生物可分为______、______和______。

15. 细胞质和原生质的概念是不同的，前者是指______，后者则是______。

三、单项选择题

1. 原核细胞与真核细胞都有的一种细胞器是（　　）。
   A. 细胞骨架　B. 线粒体　C. 高尔基体　D. 中心体　E. 核糖体

2. 以下关于细胞共性的描述，不正确的是（　　）。
   A. 组成细胞的基本元素是相同的
   B. 所有的细胞包括病毒都具备两种核酸 DNA 与 RNA
   C. 核糖体是任何细胞不可缺少的基本结构
   D. 所有的细胞均采用一分为二的分裂方式进行繁殖

3. 细菌细胞的表面特化结构包括荚膜与鞭毛，还有（　　）。
   A. 细胞膜　B. 糖萼　C. 细胞壁　D. 中膜体

4. 细菌细胞内除了核区的 DNA 外，还存在可以进行自我复制的遗传因子（　　）。
   A. 叶绿体 DNA　B. 线粒体 DNA　C. 核糖体 DNA　D. 质粒

5. 支原体是最简单的细胞，下列叙述不正确的是（　　）。
   A. 是目前发现的最小、最简单的细胞，直径一般只有 0.1～0.3 μm
   B. 目前已经从动物、污染的环境及植物中分离出很多支原体
   C. 最早发现的支原体为拟胸膜肺炎病原体
   D. 支原体具备细胞壁，同时也具备形态的多样性

6. 以下论述错误的是(　　)。

A. 无包膜的病毒释放速率要明显快于有包膜的病毒，有包膜的病毒是以出芽的方式释放

B. 原核生物均是单倍体

C. 在光学显微镜下，原核生物的核区经过特殊染色可以呈现各种形状，但没有强的 Feulgen 正反应，说明它与真核细胞的核不一样

D. 细菌的鞭毛结构与真核细胞的鞭毛结构是完全一致的

7. 以下关于蓝藻的叙述正确的是(　　)。

A. 蓝藻细胞的遗传信息载体与其他原核细胞一样，而且遗传信息的容量也一样

B. 蓝藻细胞同时含有叶绿素 a 和叶绿素 b

C. 蓝藻没有进行光合作用的专门的细胞器，仅有十分简单的光合作用结构装置——光合片层

D. 蓝藻的藻体均是单细胞状态

8. 细胞体积守恒定律表明(　　)。

A. 细胞的体积与相对表面积成反比

B. 细胞体积和细胞核体积在不同物种间均相差悬殊

C. 器官的大小主要取决于细胞的数量和细胞的大小两个关键因素

D. 卵细胞与外界物质交换很少，同样遵守细胞体积守恒定律

9. 以下关于古核细胞的有关论点不正确的是(　　)。

A. 古核细胞是生长在极端环境条件下的细菌

B. 古核细胞的细胞壁成分更类似于真核细胞

C. 古核细胞的 DNA 与细菌类似，不含有重复序列

D. 古核细胞核糖体组成与细菌一样

10. 最早发现的古核细胞是(　　)。

A. 盐细菌　　B. 硫氧化菌　　C. 热原质体　　D. 产甲烷细菌

四、判断题

1. 某些病毒含有 DNA，还含有 RNA。(　　)

2. 病毒是结构很简单的生物，就起源来看，病毒起源早于单细胞。(　　)

3. 细胞的形态结构与功能相一致。(　　)

4. 细胞遵守细胞体积守恒定律，不论物种间的差异有多大，同一器官和组织的细胞，其大小倾向于在一个恒定的范围内。(　　)

5. 所有的生命体均由细胞构成。(　　)

6. 构成高等生物体的细胞虽然都是高度“社会化”的细胞，具有分工与协同的相互关系，但它们又保持着形态与结构的独立性，每个细胞具有自己独立的一套完整的结构体系，构成有机体的基本单位。(　　)

7. 细胞结构完整性的些许破坏，不会导致细胞代谢有序性和自控性的失调。（　）

8. 任何细胞都具备遗传的全能性，每一种细胞都具备发育为个体的潜在能力。（　）

9. 从细胞内分离得到的线粒体与叶绿体，在条件合适的情况下，可以在体外持续培养，并完成其代谢活动。（　）

10. 所有的细胞都具备两种核酸（即 DNA、RNA），以此作为遗传信息复制与转录的载体。（　）

11. 病毒只有一种核酸（DNA 或 RNA），两种核酸不可能兼得，以此作为遗传信息的载体。（　）

12. RNA 病毒所含有的 RNA 只有单链一种类型。（　）

13. 凡是有包膜的病毒对有机溶剂很敏感，在有机溶剂作用下容易灭活。（　）

14. RNA 病毒的核酸是在细胞质内进行复制与转录的，多数 DNA 病毒的核酸转移进入细胞核内再进行复制与转录。（　）

15. 引起细胞转型的 RNA 肿瘤病毒其复制过程与 DNA 病毒及 RNA 病毒基本一致，没有根本的区别。（　）

五、简答题

1. 为什么说古核细胞比细菌更可能是真核细胞的祖先？
2. 简述细胞体积守恒定律的主要观点。
3. 比较原核细胞与真核细胞在结构上的异同。
4. 试举两例说明真核细胞形态结构与功能的关系。
5. 简要说明抗生素的杀菌机理及细菌对抗生素的耐药性的形成过程。
6. 讨论以下叙述：“病毒是寄生物，它们对宿主生物是有害的，因此使宿主生物在进化中处于不利的地位。”
7. 真核生物内膜结构体系的形成有什么意义？

自测题解答

一、名词解释

1. cell（细胞）：是由膜包围的能独立进行繁殖的原生质团，是生物体最基本的结构和功能单位，具有进行生命活动的最基本的要素。

2. prokaryotic cell（原核细胞）：无核膜，DNA 游离在细胞质中；染色体为环状，仅有一条；缺少发达的内膜系统；细胞小，多在 0.2～10 μm 之间；至今未发现细胞骨架。

3. eukaryotic cell（真核细胞）：有膜结构围成的细胞核，DNA 与蛋白质结合，形成染色质（体），基因组至少有两条染色体；有内膜系统，包括内质网、高尔基体、溶酶

体、线粒体、叶绿体等；具有细胞骨架系统。

4. archaeobacteria(古细菌)：又称原细菌、古核生物，是一些生长在极端特殊环境中的细菌；最早发现的古核生物为产甲烷细菌类，后来又陆续发现盐细菌、硫氧化菌等。

5. plasmid(质粒)：细菌内除了核区的 DNA 外，存在的可自主复制的遗传因子。

二、填空题

1. 叶绿体　大液泡　细胞壁
2. 朊病毒　细菌　蓝藻
3. 支原体
4. 原生质团
5. DNA 病毒　RNA 病毒　动物病毒　植物病毒　噬菌体
6. 细胞膜系统的分化与演变　遗传信息量与遗传装置的扩增、复杂化
7. 病毒
8. 细胞壁成分　DNA 与基因结构　核小体结构　核糖体　5*S* rRNA
9. 严格有序
10. 细胞的增殖和分化　细胞凋亡
11. 核酸　蛋白质　壳体　壳体蛋白
12. 病毒侵入细胞　病毒核酸　宿主细胞　病毒核酸　病毒蛋白质
13. 双链 DNA 病毒　单链 DNA 病毒　双链 RNA 病毒　单链 RNA 病毒　侵染性 RNA 病毒　非侵染性 RNA 病毒　带有逆转录酶的单链 RNA 病毒即肿瘤病毒
14. 原核生物　古核生物　真核生物
15. 细胞内除核以外的生活物质　生活细胞中所有生活物质

三、单项选择题

1. E　2. B　3. D　4. D　5. D　6. D　7. C
8. A　9. C　10. D

四、判断题

1. ×　2. ×　3. √　4. √　5. ×　6. √　7. ×
8. √　9. ×　10. √　11. √　12. ×　13. √　14. √
15. ×

五、简答题

1. ① 古细菌又可称古核生物。其形态结构和遗传装置与原核生物相似，但一些分子进化特征更接近于真核生物。因其在进化和起源中扮演重要角色，日益受到科学家重视。

② 古细菌细胞壁成分与真核生物一样不含有真细菌所特有的肽聚糖。真细菌的细胞 DNA 不含有重复序列，而古核细胞与真核生物一样含有重复序列。

③ 大部分真细菌核糖体为 70*S*，而古核生物核糖体有增大趋势，含有 60 种以上蛋白质，介于真核细胞与真细菌之间。核糖体对抗生素的反应更类似于真核细胞。

④ 5*S* rRNA 与真核细胞更接近。

2. ① 不论物种间的差异有多大，同一器官与组织的细胞，其大小更倾向在一个恒定的范围之内。

② 细胞的体积与相对表面积成反比。

③ 细胞体积在不同物种间均相差悬殊，而细胞核体积相差不大。

④ 器官的大小主要取决于细胞的数量，与细胞的数量成正比，而与细胞的大小无关。

⑤ 细胞内物质交流的速率与细胞体积成反比。

3. 原核细胞与真核细胞的异同如下表所示：

结　构	原核细胞	真核细胞
细胞膜	有(具有多功能性)	有
核糖体	有	有
内膜系统	无(至少不发达)	有
核膜	无	有
染色体	无	有
细胞骨架	无	有
细胞大小	0.2～10 μm	10～100 μm

4. 以哺乳动物红细胞为例：

① 红细胞呈扁圆形，有利于在血管内快速运动；

② 红细胞的体积很小，则其表面积很大，有利于提高气体交换效率；

③ 红细胞没有细胞核也没有其他重要细胞器，主要由细胞膜包裹着血红蛋白，这些特点有助于结合更多氧气

以生殖细胞为例：

① 雄性细胞与雌性细胞经过特化，结构装置简化到只有利于完成受精过程与卵裂；

② 精细胞除携带一套完整的单倍基因组(即高度的浓缩核)外，其他结构装置只保证其运动与进入卵细胞内；

③ 卵细胞则相反，为了保证受精后卵裂与早期胚胎发育，必须在细胞质内储藏大量的遗传物质、蛋白质与养料。

5. (1) 抗生素的杀菌机理(以青霉素、四环素、链霉素、红霉素、氯霉素为例)

青霉素主要通过抑制壁酸的合成，进一步抑制细胞壁的合成，从而达到抑菌作用。革兰阳性菌因细胞壁的壁酸含量高，故对青霉素敏感，革兰阴性菌对青霉素不

敏感。

30S的小亚基对四环素和链霉素很敏感，50S的大亚基对红霉素和氯霉素敏感。它们大都通过干扰多肽链翻译环节而发挥抑菌作用。

(2) 细菌对抗生素的耐药性的形成过程

暴露在逆境中的细胞群体有一个或少数几个可能发生突变，使它们获得抵抗药物的能力。这些突变细菌会继续快速分裂，对抗生素有抗性的细菌不久便会在培养物中成为优势种。

6. 由于具有在细胞之间转移核酸序列的能力，病毒在其所侵染生物的进化中起着重要作用。许多病毒会随机携带宿主染色体的部分片段并转移到不同的细胞或生物体中。因此，病毒通过促进基因库的混合而加快进化过程。病毒通常在对生物个体有害的同时，整体上可能对一个物种是有益的。

7. 细胞内部区域化，形成了一些特定的功能区域和微环境(细胞内功能分化)，分别执行独立的功能而又彼此协作。

保证了反应物的浓度，增加了表面积，使一些有害的酶得以保护，提供了特殊的运输通道等。

保证了膜的动态性质，维持膜结构的一致性以及通过膜流保证细胞膜的更新。

第三章　细胞生物学研究方法

学习要点

第一节　细胞形态结构的观察方法

一、光学显微镜技术

（一）普通复式光学显微镜技术

光学显微镜主要由 3 部分组成：光学放大系统、照明系统、机械和支架系统。

对任何显微镜来说，最重要的性能参数是分辨率。分辨率是指区分开两个质点间的最小距离。显微镜分辨率的计算公式如下：

$$D=\frac{0.61\lambda}{N \cdot \sin(\alpha/2)}$$

式中：λ 为入射光线的波长；N 为介质折射率；α 为物镜镜口角（样品对物镜镜口的张角）。

通常，α 最大值为 140°，最短的可见光波长 λ=450 nm，N 的最大值为 1.5。因此普通光学显微镜的最大分辨率是 0.2 μm，此数值亦为显微水平和亚显微水平的分界点。

提高光学显微镜分辨率的手段有缩短照明光线波长、应用特殊光学效应、增强反差。

（二）相差和微分干涉显微镜技术

1. 相差显微镜

(1) 原理

光线通过不同密度的物质时，若密度大则光滞留时间长，若密度小则滞留时间短。相差显微镜（phase-contrast microscope）利用光的衍射和干涉原理，将人眼无法感受到的光的相位差转换成人眼可以感受到的振幅差，从而提高了各种结构间的对比度（将无色透明物体中的细节表现为明与暗的对比），使各种结构变得清晰可见。

(2) 应用

相差显微镜的样品不需染色，可以观察活细胞，甚至研究细胞核、线粒体等细胞器的动态。

(3) 构造

环形光阑：位于光源与聚光器之间。

相差板：物镜后加了涂有氟化镁的相差板，可将直射光或衍射光的相位推迟 $\frac{1}{4}\lambda$。

2. 微分干涉显微镜

(1) 原理

微分干涉显微镜(differential-interference microscope,DIM)是以平面偏振光为光源。光线经过棱镜折射后分成两束,在不同时间经过样品相邻部位,然后再经过另一棱镜将光汇合,从而将样品厚度上的微小区别转换成明暗区别,增加了样品的反差和立体感。

(2) 应用

微分干涉显微镜适合于研究细胞中较大的细胞器。将微分干涉显微镜装上录像装置,可以观察记录活细胞中的颗粒及细胞器的运动。

(三) 荧光显微镜技术

物质中的电子吸收光的能量后由低能状态转变为高能状态,再回到低能状态时释放出的光是非温度辐射光(冷光),即荧光。荧光可以分为自发荧光和激发荧光。

荧光显微镜技术包括免疫荧光技术和荧光素直接标记技术。荧光显微镜技术的应用有以下几个方面。

① 可以用于鉴定各种亚细胞结构。

② 对特异蛋白质等生物大分子进行定性、定位。

③ 对细胞类的各种离子进行定性与定量分析。

(四) 激光扫描共焦显微镜技术

(1) 原理

激光扫描共焦显微镜(laser scanning confocal microscope)大大减少了焦平面以外的荧光,它在某一瞬间只用很少一部分光照明,这些光通过检测器前的小孔成像,只有来自焦平面的光成像,而来自焦平面以外的散射光则被小孔挡住,所形成的图像异常清晰。

(2) 优点

① 用激光作光源,可逐点、逐行、逐面快速扫描。

② 能显示细胞样品的立体结构。

③ 分辨率是普通光学显微镜的 3 倍。

④ 用途类似荧光显微镜,但能扫描不同层次并进行光学切片,形成立体图像;而且可以同时用多种荧光探针进行标记。

(五) 荧光共振能量转移技术

荧光共振能量转移(fluorescence resonance energy transfer,FRET)技术是检测活体中生物大分子纳米级距离和纳米级距离变化的有力工具,可用于检测某一细胞中蛋白质分子间是否存在直接的相互作用。当供体发射的荧光与受体发色团分子的吸收光谱重叠,并且两个探针的距离在 10 nm 以内时,就会发生一种非放射性的能量转移,产生 FRET 现象。FRET 效率反映了体内两种蛋白质是否存在直接相互作用及作用的强弱。

（六）荧光漂白恢复技术

荧光漂白恢复(fluoresence recovery after photobleaching,FRAP)技术是利用高能量激光束的照射使特定区域的荧光发生不可逆的淬灭。光漂白区荧光的恢复可以通过非漂白区的荧光标记分子在膜上或者胞质中运动至光漂白区来实现。FRAP 可以定性与定量地研究蛋白质的运动。

二、电子显微镜技术

（一）电子显微镜的基本知识

1. 电子显微镜与光学显微镜的基本区别

① 以电子束作光源,电子束的波长短,波长小于 0.1 nm。

② 以电磁场作透镜,高电压工作。

③ 电镜镜筒为真空环境。

④ 图像用荧光屏显示或者感光胶片做记录。

⑤ 超薄样品(40～50 nm),利用重金属盐对标本染色。

⑥ 分辨率最佳可达 0.2 nm,实际分辨率容易受到制样技术的影响。

⑦ 放大倍数可达百万倍。

⑧ 用于观察超微结构(ultrastructure),即小于 0.2 μm、光学显微镜下无法看清的结构，又称亚显微结构。

2. 电子显微镜的基本构造

电子显微镜主要由 4 部分组成:电子束照明系统(包括电子枪、聚光镜)、成像系统(包括物镜、中间镜与投影镜等)、真空系统、记录系统。

（二）主要电镜制样技术介绍

1. 超薄切片技术

超薄切片样品的制备步骤如下:固定、包埋、切片、染色。

2. 负染色技术

生物分子是由一些原子序数很低的轻元素(氢、氧、碳、氮等)组成的,它们散射电子的能力很弱,在电镜下几乎不存在明暗反差。为使生物样品加大反差,就要用重金属对其进行染色,增加电子散射能力,从而衬托样品的精细结构。

3. 冷冻蚀刻技术

① 用快速低温冷冻法将样品迅速冷冻(液氮或液氦中),然后在低温下进行断裂。

② 用铂、金等金属进行倾斜喷镀,以形成对应于凹凸的电子反差,再经碳垂直于断面进行真空喷镀,形成一个连续的碳膜。

③ 用消化液把样品本身消化掉,将碳膜及其构成图形的金属微粒移到载网上进行电镜观察。

4. 电镜三维重构技术

电镜三维重构技术是电子显微术、电子衍射与计算机图像处理相结合而形成的

一门新技术，适于分析大分子的三维结构。其步骤是对样品在不同倾角下进行拍照，得到系列图片后经过傅里叶变换等处理，获得样品的三维结构的电子密度图。最早提出并发展这一技术的英国生物物理学家 A. Klug 因此获得 1982 年诺贝尔化学奖。该技术与 X 射线晶体衍射技术及核磁共振分析技术相结合，是当前结构生物学的主要实验手段。

5. 扫描电镜技术

(1) 原理

扫描电镜技术是用一束极细的电子束扫描样品，在样品表面激发出二次电子，二次电子的多少与样品表面结构有关。二次电子由探测器收集，信号经放大用来调制荧光屏上电子束的强度，从而显示出与电子束同步的扫描图像。

(2) 特点

① 扫描电镜主要用来观察样品的表面形貌。

② 样品采用 CO_2 临界点干燥法，表面还需要喷镀一层金膜。

③ 景深大，获得的是清晰逼真的三维立体图像。

④ 一般扫描电镜的分辨率仅为 3 nm。

⑤ 扫描电镜不能用来观察活的生物样品，难以观察细胞的全貌。

三、扫描隧道显微镜

(1) 原理

扫描隧道显微镜根据隧道效应而设计，当原子尺度的针尖在不到 1 nm 的高度上扫描样品时，此处电子云重叠，外加一电压(2 mV～2 V)，针尖与样品之间形成隧道电流。电流与针尖和样品间的距离呈指数关系，将扫描过程中电流的变化转换为图像，即可显示出原子水平的凹凸形态。扫描隧道显微镜是一种探测微观世界物质表面形貌的仪器，与其功能类似的还有原子力显微镜，可以在纳米生物学研究中发挥重要作用。

(2) 特点

① 扫描隧道显微镜具有原子尺度的高分辨本领。

② 扫描隧道显微镜可以在真空、大气、液体环境中工作。

③ 进行的测量为非破坏性的，不接触样品，保持样品原貌。

第二节　细胞组分的分析方法

由于不同的细胞器具有不同的密度和体积，因此，可以利用离心方法加以分离和纯化。

一、用超速离心技术分离细胞器与生物大分子及其复合物

1. 差速离心

差速离心(differential centrifugation)是利用不同的离心速率产生的不同离心力，将各种亚细胞组分和各种颗粒分离开来。差速离心适于分离沉降速率差别较大

的亚微结构颗粒。

2. 密度梯度离心

密度梯度离心是将需要分离的细胞组分小心地铺放在含有密度逐渐增加的、高溶解性的惰性物质形成的密度梯度溶液表面，通过重力或离心力的作用使样品中不同组分以不同的沉降速率沉降，形成不同的沉降带，从而达到分离的目的。

二、细胞内核酸、蛋白质、糖与脂质等成分的显示方法

利用一些显色剂与被测物质中的某些基团特异性结合，通过显示剂在细胞中的定位以及颜色的深浅来进行某种物质的定性与定量分析。例如，福尔根(Feulgen)反应可以显示 DNA 的分布，PAS 反应可以确定多糖的存在，四氧化锇可用以确定不饱和脂肪酸的存在，苏丹Ⅲ可用以确定磷脂和胆固醇的存在，米伦(Millon)反应则可以显示蛋白质的酪氨酸残基，格莫瑞(Gomori)反应可以显示碱性磷酸酶的存在部位。

三、特异蛋白抗原的定位与定性

特异蛋白抗原的定位与定性是根据抗体能与对应的抗原自行识别结合的免疫学原理，来检测特定蛋白质在细胞内的分布状况和含量。

(一) 免疫荧光技术

免疫荧光技术是将免疫学方法与荧光标记技术相结合用于研究特异蛋白抗原在细胞内分布的一种方法。该方法快速、灵敏、特异性强，但分辨率有限。

除免疫荧光技术外，还可用免疫酶标技术，即用酶(如辣根过氧化物酶)代替荧光素与抗体耦联，酶与底物发生反应后形成不透明的沉积物，可以在普通显微镜下观察。

(二) 免疫电镜技术

同样利用抗原-抗体反应的原理，免疫电镜技术在超微结构水平上研究特异蛋白抗原的定性与定位，能有效提高样品的分辨率。免疫电镜技术中的关键问题是既要保持样品蛋白的抗原性，又要尽量保持样品的精细结构。

免疫电镜技术可分为免疫铁蛋白技术、免疫酶标技术、免疫胶体金技术。

四、细胞内特异核酸序列的定位与定性

原位杂交(*in situ* hybridization，ISH)技术是对细胞内特异核酸(DNA 或 RNA)序列进行定性与定位的常用方法。原位杂交技术是以目标核酸的互补序列为探针，对细胞或者组织标本进行杂交处理，确定特异核酸序列在细胞中或者染色体上位置的方法。

五、应用放射自显影技术研究生物大分子在细胞内的合成动态

放射自显影技术是利用放射性同位素的电离辐射对乳胶(含 AgBr 或 AgCl)的感光作用，对细胞内生物大分子进行定性、定位与半定量研究的一种细胞化学技术。

六、定量细胞化学分析技术

(一) 流式细胞仪

流式细胞仪可定量地测定某一细胞中 DNA、RNA 或特异标记蛋白的含量，以及

相应类型细胞的数量,还可以对特定类型的细胞进行精确分选。

(二) 显微分光光度测定技术

显微分光光度测定技术是利用细胞内某些物质对特异光谱的吸收,来测定这些物质(如核酸或蛋白质等)在每一个细胞内的含量的一种实验技术。

第三节 细胞培养、细胞工程与显微操作技术

一、细胞培养

细胞培养是指从机体内取出某种组织或者细胞,模拟机体内的生理条件使其在体外生存、生长和繁殖的过程。细胞培养是当前细胞生物学乃至整个生命科学研究与生物工程中最基本的实验技术。

(一) 动物细胞培养

单层细胞培养:在培养过程中,一经贴壁就迅速铺展并开始有丝分裂,逐渐形成致密的细胞单层,这种培养方法称为单层细胞培养。

原代培养(primary culture):直接从机体取出组织或者细胞后所进行的首次培养称为原代培养。

传代细胞(subculture cell):适应在体外情况下持续传代培养的细胞称为传代细胞。

传代培养(secondary culture):当原代培养的细胞增殖到一定代数后,将其从原培养容器中取出,按照一定的比例向另外一个或者多个容器中所进行的再培养称为传代培养,简称传代。传代的累计次数就是细胞的代数。

细胞系(cell line):在培养过程中,少数细胞可以持续传代 40~50 次,并且依然保持原来染色体的二倍体水平以及接触抑制的行为,这类细胞称为细胞系。

有限细胞系(finite cell line):当传代到 50 代以后不能再继续传下去的细胞系,因其传代次数有限,称为有限细胞系。

永生细胞系(infinite cell line):在持续传代培养过程中,部分细胞发生了遗传突变,并且使其带有癌细胞的特点,有可能在培养条件下无限制地传代培养下去,这种传代细胞称为永生细胞系。

细胞克隆:利用单细胞克隆培养或者通过药物筛选的方法从某一细胞系中选择单个细胞,并由此增殖形成具有基本相同遗传性状的细胞群体称为细胞克隆。

细胞株(cell strain):经过生物学鉴定,具有特殊的生物学性状或者标记的细胞克隆称为细胞株。

(二) 植物细胞培养

① 单倍体细胞培养。这种培养方法主要用花药或小孢子在人工培养基上进行培养。单倍体加倍后可以形成二倍体。单倍体细胞培养在植物育种中有显著缩短育种年限的优势,应用广泛。

② 原生质体培养。原生质体在无菌培养基中可以生长与分裂,经过诱导分化最

终形成植株;也可以结合外源基因的导入以及细胞融合从而获得转基因植株以及体细胞杂种。

(三)非细胞体系在细胞生物学研究中的作用

非细胞体系是指由来源于细胞,而不具备完整的细胞结构与组分,但包含了进行正常生物学反应所需要的物质组成的体系。利用该体系可以探讨细胞生命活动中的重要问题。

二、细胞工程

细胞工程是在细胞水平上的生物工程。细胞工程所使用的技术主要包括细胞培养、细胞分化的定向诱导、细胞融合和显微注射等。

(一)细胞融合与细胞杂交技术

细胞融合(cell fusion)是指两个或者多个细胞融合成一个双核或者多核细胞的现象。产生的细胞称为融合细胞。动物和植物的不同种、属之间的细胞可以融合,并且动植物之间的细胞可以融合,从而培养成各种性状的杂种细胞。杂种细胞在培养过程中会发生不同程度的染色体丢失现象。细胞融合的主要方法有化学诱导(PEG)、病毒诱导(灭活的仙台病毒)以及微电融合技术,这些方法被广泛应用于研究核质关系、绘制染色体基因图谱、制备单克隆抗体、研究肿瘤发生机制等领域。

基因型相同的融合细胞形成同核融合细胞,基因型不同的融合细胞形成异核融合细胞。含有两个核的同核融合细胞可通过同步有丝分裂产生异常核的单核子细胞,其染色体为正常细胞的两倍,通过细胞杂交形成的单核子细胞称为融合核细胞。

(二)单克隆抗体技术

正常淋巴细胞(如小鼠脾细胞)具有分泌抗体的能力,但不能长期培养,瘤细胞(如骨髓瘤)可以在体外长期培养,但不分泌抗体。于是,英国人 Kohler 和 Milstein 1975 年将两种细胞融合,获得了既可以无限传代又可以分泌抗体的细胞,从而建立了单克隆抗体技术。他们因此获 1984 年的诺贝尔医学和生理学奖。

单克隆抗体技术最主要的优点是可以利用不纯的抗原分子制备出针对某一抗原分子上特异抗原决定簇的单克隆抗体,在临床诊断和肿瘤的治疗中有重要作用。

(三)细胞拆合与显微操作技术

细胞拆合就是利用物理或者化学方法将细胞质与细胞核分离,然后将不同来源的细胞质与细胞核相互结合,形成核质杂交细胞。细胞拆合主要用于探明细胞的核质互作关系。

显微操作技术是早期建立的一种胚胎学技术,即在显微镜下,用显微操作装置对细胞进行解剖和微量注射的方法。显微操作技术不仅可以用于核移植,而且可以用于对细胞核进行解剖,以及向核内和动物囊胚内注射基因或细胞。

除了以上已经阐述的一些研究方法以外,功能基因组学、蛋白质组学、生物信息学都被用来解决细胞生物学的问题。

第四节　用于细胞生物学研究的模式生物

1. 病毒

病毒的结构简单，基因组小，繁殖快，适合遗传操作。病毒主要用于基因表达调控、生物大分子相互作用、生命物质自组装以及肿瘤的发生与防治等方面的研究。

2. 细菌

细菌的基因结构简单，培养方便，生长快，突变株的诱变、分离、鉴定技术成熟，转基因技术成熟，进行基因定位简便易行。

3. 酵母

酵母是单细胞真核生物的代表，生长迅速并且易于遗传操作。酵母不仅具有细菌的一些优点，而且具有真核细胞的组织结构。用于生物学研究的酵母主要有裂殖酵母和芽殖酵母。

4. 线虫

秀丽隐杆线虫基因组测序已经完成。其生命周期为 3 天，繁殖快，在显微镜下通体透明，共有 959 个细胞。

5. 果蝇

黑腹果蝇基因组测序完成，编码 13 601 个基因，具有丰富的生物学行为，易于遗传操作。果蝇基因组中许多基因进化保守，与人类基因的同源性较高。

6. 斑马鱼

斑马鱼容易繁殖，孵化后 3 个月就到达性成熟期，每次产卵 200 个左右。鱼卵产出仅 1 天就可完成早期胚胎发育，整个胚胎发育在体外进行。鱼卵和胚胎均是透明的，便于观察。斑马鱼的基因数目与人类的相近，许多基因与人类的基因存在一一对应的关系。

7. 小鼠

小鼠是小型哺乳动物，在进化上最接近人类。其基因组测序已完成，与人类的非常相近。

8. 拟南芥

拟南芥的个体小，株高 30 cm，生长周期为 6 周左右，种子数量大，生命力强。拟南芥是自花授粉植物，基因高度纯合，仅有 5 对染色体，其基因组测序已经完成，是具最小基因组的植物材料。

习 题 解 答

1. 举 2～3 例说明电子显微镜技术与细胞分子生物学技术的结合在现代细胞生物学研究中的应用。

答　利用电子显微镜，可以观察到细胞中各种细胞器的超微结构，如内质网、线粒

体、质体、高尔基体、中心体、溶酶体和细胞骨架系统等，并可进一步研究细胞结构和功能的关系，深入探索细胞通讯与运输、分裂与分化、增殖与调控等生命活动的规律。

免疫电子显微镜技术的发展使抗原和抗体在超微结构水平上得到精细检测和定位。

负染色技术有利于揭示病毒、细菌和支原体等超微结构，在微生物发育史研究中起重要作用。

2. 光学显微镜技术有哪些新发展？它们各有哪些突出优点？为什么电子显微镜不能完全代替光学显微镜？

答　(1) 光学显微镜技术的新发展

光学显微镜技术在细胞学研究中发挥了重要作用，随着多种现代生物学技术与光镜技术的结合，使光学显微镜展示出了新的活力，也有了新的发展。光学显微镜技术主要有普通复式光学显微镜技术、荧光显微镜技术、激光扫描共焦显微镜技术、相差和微分干涉显微镜技术、录像增差显微镜技术等。

(2) 光学显微镜技术的优点

普通复式光学显微镜使用简单，操作方便，可以配备多套仪器使用，如暗视野显微镜。荧光显微镜是目前在光镜水平上对特异蛋白质等生物大分子定性、定位的最有力工具。激光扫描共焦显微镜成像清晰，分辨率高，可以通过光学切片观察较厚样品的内部结构。相差和微分干涉显微镜不需要染色就可以观察活细胞甚至研究细胞核、线粒体等细胞器的动态，并且具有很强的立体感。录像增差显微镜分辨率比普通光镜提高了一个数量级，而且可在高分辨率下研究活细胞。

光学显微镜的优点如下表所示：

光学显微镜技术	主要特点	突出优点
荧光显微镜	样品进行荧光标记	只有激发荧光可以成像
激光扫描共焦显微镜	光通过一个小孔或裂缝成像，只有焦平面的光成像	图像比较清晰，分辨率提高1.4～1.7倍
相差显微镜	增加一个“相差板”，夸大样品密度相位差	不需要染色，可观察活体
微分干涉显微镜	棱镜折射，增加样品密度的明暗区别	增加了反差，更具立体感
暗视野显微镜	黑暗背景下利用散射光观察	细胞及细胞器边缘轮廓清晰
倒置显微镜	照射系统和物镜颠倒位置	增加了集光器和载物台的距离，可放置培养皿观察
录像增差显微镜	计算机辅助微分干涉显微镜	提高了分辨率，可观察颗粒的运动

(3) 电子显微镜不能完全代替光学显微镜的原因

尽管电子显微镜具有分辨率高这一光学显微镜无法比拟的优越性，但光学显微

镜在科研中的地位是不可取代的。这可以从以下几个方面进行说明。

① 细胞生物学是在显微、亚显微和分子三个结构层次上研究细胞的，在显微水平上研究细胞需用光学显微镜，在亚显微水平上研究细胞需用电子显微镜，因此二者是在细胞的不同显微水平上观察细胞结构的。

② 普通光学显微镜样品易制备，而电子显微镜对样品要求很高。

③ 电子显微镜不能观察活细胞及其动态变化。

④ 普通光学显微镜操作简单，对环境和设备的要求没有电子显微镜高。

3. 为什么说细胞培养是细胞生物学研究的最基本技术之一？

答　在体外模拟体内的生理环境，培养从机体中取出的细胞，并使之生存和生长的技术为细胞培养。细胞培养是细胞生物学研究方法中最有价值的技术，通过细胞培养可以获得大量的细胞，也可通过细胞培养研究细胞的运动、细胞的信号传导、细胞的合成代谢等。细胞培养的突出特点是在离体条件下观察和研究细胞生命活动的规律。培养中的细胞不受体内复杂环境的影响，人为改变培养条件（如物理、化学、生物等外界因素的变化）即可进一步观察细胞在单因素或多因素的影响下的生理功能变化。然而，细胞在体外环境的局限性又使细胞的形态与功能不能与体内的同类细胞完全等同。

4. 细胞组分的分离与分析有哪些基本的实验技术？哪些技术可用于生物大分子在细胞内的定性与定位研究？

答　(1) 细胞组分的分离方法

细胞组分的分离方法有差速离心、密度梯度离心、速度沉降、等密度沉降，以及利用流式细胞仪对细胞进行精确分选。

(2) 细胞组分的分析方法

细胞组分的定性研究方法主要有组织化学、细胞化学、免疫荧光、免疫电镜技术等。细胞组分的定量研究方法主要有分光光度计和流式细胞仪分析方法。

(3) 生物大分子在细胞内的定性与定位研究方法

免疫荧光、免疫电镜技术、原位杂交方法等可用于生物大分子在细胞内的定性与定位研究。

5. 举出5种细胞生物学研究中常用的模式生物，扼要说明其基本特征及在科学研究中的贡献。

答　细菌：基因结构简单；大肠杆菌测序已经完成；培养方便，生长快；突变株的诱导、鉴定分离技术成熟；转基因技术成熟。早期关于基因表达调控的研究大多以细菌为材料。

酵母：单细胞真核生物的代表；生长迅速而且易于遗传操作；不仅具有细菌的一些优点，而且具有真核细胞的组织结构；用于研究的主要有裂殖酵母和芽殖酵母。酵母在细胞周期调控的研究、蛋白质的相互作用、膜泡运输、细胞分化与衰老等领域广

泛被采用。

线虫：秀丽隐杆线虫基因组测序已经完成；生命周期 3 天，繁殖快；显微镜下通体透明，共有 959 个细胞；细胞谱系清楚。线虫已经成为现代发育生物学、遗传学、衰老和基因组学研究的重要模式生物。

果蝇：黑腹果蝇基因组测序完成，共 13 601 个基因；基因组进化保守，与人类同源性较高；具有丰富的生物学行为，易于遗传操作。果蝇在胚胎发育、分化、进化研究等领域发挥重要作用。

拟南芥：自花授粉植物，基因高度纯合且基因测序已经完成，是具最小基因组的植物材料；个体小，生长周期短，种子数量大，生活力强，易于种植；是植物研究的典型模式材料，被科学家称为“植物界的果蝇”，是遗传学特别是功能基因组学研究的理想材料，在植物发育、信号转导等重要领域被广泛使用。

自 测 题

一、名词翻译并解释

1. resolution
2. fluorescence microscopy
3. autoradiography
4. scanning electron microscopy
5. scanning transmission electron microscopy
6. immunofluorescence
7. immunoelectron microscopy
8. microspectrophotometry
9. cell engineering
10. cell line
11. monoclonal antibody technique
12. differential centrifugation
13. isodensity centrifugation
14. cell strain
15. cell-free system

二、填空题

1. 物质经过紫外线照射后发出荧光的现象可分为两种情况，第一种是______，如叶绿素、血红素等经紫外线照射后，能发出红色的荧光；第二种是______，即物体经荧光染料染色后再通过紫外线照射发出荧光。

2. 写出一种细胞融合的物理方法：______。举出化学融合所需的一种化学物质：______。

3. 定量细胞化学分析技术有______、______。特殊显微镜有荧光显微镜、______等类型。

4. 电子显微镜主要由以下几部分构成：______、______、______、______。

5. 超薄切片常用的固定剂有______和______，样品固定的物理方法有______。

6. 用快速低温冷冻法将样品迅速冷冻，然后在低温下进行断裂，样品往往从其结构相对脆弱的部位______断裂，从而显示出镶嵌在膜脂中的______。

7. 冷冻蚀刻技术主要用于观察膜断裂面的______，图形富有立体感，样品无须

包埋，也无须固定。

8. 快速冷冻深度蚀刻技术主要用于观察胞质中的______。

9. ______与 X 射线晶体衍射技术及核磁共振分析技术相结合，是研究______的主要实验手段。

10. 扫描电子显微镜主要用于观察______，常常采用______对生物样品进行干燥。为了得到良好的表面导电性，样品在观察前还需要______。

11. Feulgen 反应可以特异显示______，PAS 反应可以确定______，______可以证明脂肪滴的存在。

12. ______和______是最常见的研究细胞内蛋白质分子定位的重要技术，而对蛋白质进行体外定性分析则通常采用______和放射免疫沉淀技术。

13. 免疫电镜技术可分为______、______、______。

14. 细胞内特异核酸序列的定性与定位通常采用______。

15. 细胞显微分光光度测定技术可以分为______和______。

16. 基因型相同的细胞融合产生______，基因型不同的细胞融合产生______。通过细胞杂交形成的单核子细胞称为______。

17. 动物受到外界抗原刺激后可诱发免疫反应，产生相应的抗体，这一职能由______承担。

18. 正常细胞生长到彼此相互接触，其运动和分裂活动都将停止的现象称______。

19. 相差显微镜与普通光学显微镜的区别是用______代替可变光阑，用______代替普通物镜，并带有一个合轴用的望远镜。

20. 适于观察活细胞的光学显微镜有______、______和______等。

三、单项选择题

1. 通过筛选或克隆形式从原代培养物或细胞系中获得具有特殊性质或标志的细胞群体称为（　　）。

A. cell line　　B. cell strain　　C. cell library　　D. others

2. 研究 DNA 在细胞中的代谢，常用的同位素标记物有（　　）。

A. ^{14}C-戊糖　　B. ^{32}P-磷酸

C. ^{15}N-鸟嘌呤　　D. ^{3}H-胸腺嘧啶脱氧核苷

3. 细胞融合的诱导剂主要有（　　）。

A. PEG（聚乙二醇）　　B. TMV（烟草花叶病）病毒

C. 亚硝酸-诱变剂　　D. PHV（植物凝集素）-外围培养

4. 关于细胞培养技术叙述错误的是（　　）。

A. 可用来研究细胞生理和细胞各种功能

B. 首先用胰蛋白酶将动物或植物组织进行酶解，游离出单细胞后再进行培养

C. 用小牛血清配制的培养基进行动物细胞培养

叶绿体中含有的捕光色素可吸收光，并将其传递给光反应中心色素，激发反应中心色素释放电子，将光能转化成电能；接着通过电子传递链和 ATP 合酶将电能转变成活跃的化学能 ATP 和 NADPH；再通过暗反应，利用光反应产生的 ATP 和 NADPH将 CO_2 还原为糖类等物质，将活跃的化学能转化为储存于有机物中的稳定化学能，从而供植物和其他动物所利用。在此过程中发生了光能、电能和化学能之间的转化。

2. 试比较线粒体与叶绿体在基本结构方面的异同。

答　线粒体与叶绿体的相同点

① 都由双层单位膜包被，具有外膜、膜间隙、内膜和基质等结构。

② 外膜均具较高的通透性，而内膜通透性差，内膜上均含有大量的转运载体蛋白，内膜包含的基质中均含有执行各自功能所需要的多种酶蛋白。

③ 含有的 ATP 合酶的基本结构类似。

④ 基质中均含有环状 DNA、RNA 和核糖体，可以自主合成自身某些蛋白质。

线粒体与叶绿体的不同点

线粒体内膜向内折叠成嵴，且含有电子传递链和 ATP 合酶。叶绿体内膜并不向内折叠，内膜不含电子传递链，含有类囊体，且捕光系统、电子传递链和 ATP 合酶都位于类囊体膜上。另外，二者电子传递链的组成成分也不相同。

3. 为什么说三羧酸循环是真核细胞能量代谢的中心？

答　三羧酸循环的起始物乙酰辅酶 A，不仅是糖类分解的产物，还可来自脂肪的甘油、脂肪酸和某些氨基酸代谢，因此它是糖、脂肪和蛋白质三种主要有机物在体内彻底氧化的共同代谢途径。体内大多数有机物是通过三羧酸循环而被分解的。

由三羧酸循环脱氢过程中产生的氢经呼吸传递体传递，在此过程中伴随电子传递和质子的跨线粒体内膜转运，最终在膜间隙中累积质子，建立质子动力势，驱动 ATP 合成，而 ATP 是生物体内进行各种生命活动的直接能量来源。所以说三羧酸循环是真核细胞能量代谢的中心。

4. 电子传递链和氧化磷酸化之间有何关系？

答　线粒体内膜上的电子传递链将生物氧化作用和磷酸化作用联系起来，即生物氧化作用形成的电子可以通过电子传递链传递，在电子传递过程中同时发生一系列的氧化还原反应，呼吸链中的质子载体可将质子由基质转移到膜间隙中，建立跨内膜的质子电化学梯度，当质子通过 ATP 合酶上的质子通道由膜间隙流到线粒体基质中时，催化 ADP 磷酸化形成 ATP。在氧化磷酸化中，磷酸化所需能量由氧化作用供给，氧化作用形成的能量通过磷酸化作用储存。

5. 试比较线粒体的氧化磷酸化与叶绿体的光合磷酸化的异同点。

答（1）相同点

① 需要通过电子传递链中的质子载体建立跨膜的 H^+ 浓度梯度。

② 需要完整膜结构维持跨膜的 H^+ 浓度梯度。

③ ATP 的生成都是由质子动力势驱动的 H^+ 流过 ATP 合酶而推动的。

④ ATP 合酶复合体的结构十分相似，都具 F_1 头部和 F_0 基部，且 F_1 催化 ATP 形成。

(2) 不同点

它们的不同点如下表所示：

	光合磷酸化	氧化磷酸化
发生部位	叶绿体中的类囊体膜	线粒体的内膜
电子传递链组成	PSⅠ、PSⅡ、PQ、Cyt b_6f 复合物	复合物Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ和 CoQ
最初电子来源	水光解	NADH 或 $FADH_2$
最终电子受体	$NADP^+$	O_2
ATP 生成时 H^+ 流向	类囊体腔流向基质	膜间隙流向基质
驱动力	主要靠 H^+ 浓度差驱动	电位差和浓度差
质子梯度产生方式	类囊体中水裂解、质子载体转移和 $NADP^+$ 在基质中摄取	质子载体转移、O_2 在基质中摄取
最终产物	NADPH、ATP 和 O_2	ATP 和水
生成 1 个 ATP 需 H^+ 数	2	3
1 对电子传递过程中产生的跨膜 H^+ 数	4	10

6. 光系统中捕光复合物和反应中心复合物的结构与功能的关系如何？

答　捕光复合物由捕光色素即大多数 Chl a 分子、所有的 Chl b 分子和类胡萝卜素以及同它们结合的蛋白组成。它们只能吸收光，然后将吸收的光子传递给反应中心色素。

反应中心由反应中心色素、原初电子供体（D）和原初电子受体（A）组成。其中，反应中心色素为处于特殊状态的 Chl a(分为 P700 和 P680)，可将光能转变为化学能。

二者共同组成了光合作用单位，以进行光合作用。具体过程如下：捕光复合物将捕获的光能传递给反应中心色素，激发反应中心色素到激发态，导致反应中心色素发生电荷分离，产生的高能电子传递给原初电子受体，同时从原初电子供体处获得一个电子，完成光能向电能的转变。

7. 氧化磷酸化耦联机制的化学渗透假说的主要论点是什么？有哪些证据？

答　(1) 化学渗透假说的主要论点

线粒体内膜上呼吸链各组分的分布是不对称的，在高能电子沿着呼吸链电子传递的过程中，通过线粒体内膜上呼吸链组分间氢与电子的交替传递，使 H^+ 从内膜内侧向外侧定向转移。由于线粒体内膜对 H^+ 高度不通透，造成内膜两侧跨膜质子梯

第八章　细胞信号转导

学习要点

第一节　概　　述

一、细胞通讯

细胞通讯是指一个细胞发出的信息通过介质(又称配体)传递到另一个细胞并与靶细胞相应的受体相互作用,然后通过细胞信号转导产生胞内一系列生理生化变化,最终表现为细胞整体的生物学效应的过程。细胞通讯是多细胞生物必需的。

(一) 细胞通讯的方式

① 细胞通过分泌化学信号进行细胞间通讯,这是多细胞生物普遍采用的通讯方式。

a. 内分泌(endocrine)。由内分泌细胞产生的激素随血液运送到体内各个部位,作用于靶细胞。

b. 旁分泌(paracrine)。细胞通过分泌局部化学介质到细胞外液中,经过局部扩散作用于邻近靶细胞。

c. 自分泌(autocrine)。细胞对自身分泌的物质产生反应。

d. 通过化学突触传递神经信号(neuronal signaling),其过程为神经元细胞之间电信号→化学信号→电信号的转换和传导。

② 细胞间接触依赖性的通讯。

这种通讯方式无需信号分子的释放,通过质膜上的信号分子与靶细胞质膜的受体分子相互作用,包括细胞-细胞黏着和细胞-基质黏着。

③ 动物相邻细胞间形成间隙连接以及植物细胞间通过胞间连丝使细胞间相互沟通,通过交换小分子来实现代谢耦联或电耦联。

(二) 信号分子与受体

1. 信号分子

信号分子(signal molecule)是细胞内的信息载体,种类繁多,包含化学信号和物理信号。在细胞内和细胞间传递信息的化学信号分子有激素、局部介质、神经递质等,物理信号主要有光、电、温度的变化等。

① 亲脂性信号分子。分子小,疏水性强,可穿过质膜进入细胞,与细胞质(核)内的受体结合,形成激素-受体复合物,调节基因表达。亲脂性信号分子的主要代表为甾类激素和甲状腺素。

② 亲水性信号分子。它们不能穿过脂双分子层,只能与细胞表面受体结合,再

经信号转换机制，在细胞内形成第二信使，激活蛋白激酶或者蛋白磷酸酶的活性，引起细胞的应答反应。亲水性信号分子包括神经递质、局部介质和大多数肽类激素。

③ 气体分子。一氧化氮(明星分子)是首次发现的气体信号分子，可以进入细胞激活效应酶。

2. 受体

受体是能够识别和选择性结合某种配体(信号分子)的大分子。受体结合特异性配体后被激活，通过信号转导(signal transduction)将胞外信号转换为胞内化学信号或物理信号，引发两种主要的细胞反应：一是细胞内预存蛋白活性与功能的改变，二是影响细胞内特殊蛋白如转录因子的表达量。受体多为功能性糖蛋白，少数为糖脂，有的受体是糖蛋白和糖脂的复合物。

根据靶细胞上受体存在的部位，受体可分为细胞内受体(intracellular receptor)和细胞表面受体(cell-surface receptor)。

① 细胞内受体主要识别和结合小的亲脂性信号分子。

② 细胞表面受体主要识别和结合亲水性信号分子，可分为离子通道耦联受体、G 蛋白耦联受体、酶连受体。

受体与信号分子的空间互补性是二者特异性结合的主要因素，但二者的结合不是简单的一一对应的关系。靶细胞一方面通过受体对信号特异性结合，另一方面通过细胞本身固有的特征对外界信号进行反应。

不同细胞对同一信号可能具有不同的受体，不同靶细胞以不同方式应答于相同的化学信号产生不同的效应。不同细胞具有相同的受体，不同的化学信号也可能产生相同的效应。一种细胞具有一套多种类型的受体，应答多种不同的胞外信号而启动细胞不同生物学效应。

3. 第二信使与分子开关

E. W. Sutherland 因阐明了 cAMP 的功能并提出第二信使学说而获得 1971 年诺贝尔医学和生理学奖。

一般将细胞外信号分子(亲脂性、亲水性信号分子，如激素、神经递质、生长因子等)称为“第一信使”(first messenger)；第一信使与表面受体作用后在胞内最早产生的胞内小分子称为“第二信使”(second messenger)，其浓度变化应答于胞外信号与细胞表面受体的结合，并在细胞信号转导中行使功能。目前发现的第二信使有 cAMP、cGMP、IP_3、DAG。

每一步反应既要有激活机制又要有相应的失活机制，二者相辅相成，同等重要。两类蛋白起着分子开关的作用。一类是 GTPase 开关蛋白，当结合 GTP 时活化，当结合 GDP 时失活。1994 年，A. G. Gilman 和 M. Rodbell 因发现 G 蛋白及其在信号转导中的作用而获得诺贝尔医学和生理学奖。

另一类开关蛋白由蛋白激酶使之磷酸化而开启，由蛋白磷酸酯酶使之去磷酸化而关闭。1992 年，E. G. Krebs 和 E. H. Fischer 因发现蛋白质磷酸化与去磷酸化作

② H1 组蛋白，在核小体中起连接作用。

（二）非组蛋白

非组蛋白(nonhistone)是指与特异 DNA 序列相结合的蛋白质，又称序列特异性 DNA 结合蛋白 (sequence specific DNA binding protein)。

1. 非组蛋白的特性

① 非组蛋白具有多样性。

② 识别 DNA 具有特异性。

③ 具有功能多样性，如调节基因表达、参与形成染色质高级结构。

2. 非组蛋白的不同结构模式

① α 螺旋-转角-α 螺旋模式(helix-turn-helix motif)。

② 锌指模式(zinc finger motif)。

③ 亮氨酸拉链模式(leucine zipper motif，ZIP)。

④ 螺旋-环-螺旋结构模式(helix-loop-helix motif，HLH)。

⑤ HMG 框结构模式(HMG-box motif)。

四、染色质的基本结构单位——核小体

核小体(nucleosome)由 200 bp 左右的 DNA、一个组蛋白八聚体和一分子 H1 组成。其中由 2 个 H2A · H2B、2 个 H3 · H4 组成的八聚体构成盘状核心结构；146 bp 的 DNA 盘绕组蛋白八聚体 1.75 圈，此外 H1 在核心颗粒外结合额外 20 bp DNA，锁住核小体 DNA 的进出端；相邻核小体间以连接 DNA 相连(典型长度 60bp)。

组蛋白与 DNA 之间的相互作用是结构性的，基本不依赖于核苷酸的特异序列，核小体具有自组装(self-assemble)的性质。核小体在 DNA 分子中的形成部位受诸多因素影响，核小体的位置改变可影响基因表达。

五、染色质组装的模型

多级螺旋模型(multiple coiling model)和骨架-放射环结构模型在形成 30 nm 纤维环的前期阶段相同，具体如下：

H3 · H4→2 个 H3 · H4→DNA 缠绕→2 个 H2A · H2B 加入，形成八聚体$\xrightarrow[\text{去乙酰化}]{\text{ATP}}$H1 加入形成核小体→6 个核小体排列成一圈形成螺线管

→ 螺线管螺旋成超螺线管$\xrightarrow{\text{压缩}}$染色单体

→ 螺线管形成复制环，每 18 个环沿染色体骨架呈放射环平面排列$\xrightarrow{\text{压缩}}$染色单体

六、常染色质和异染色质

常染色质是指间期细胞核内染色质纤维折叠压缩程度低，处于伸展状态，用碱性染料染色时着色浅的那些染色质，包括单一序列 DNA 和中度重复序列 DNA。

异染色质是指间期细胞核中，染色质纤维折叠压缩程度高，处于聚缩状态，用碱性染料染色时着色较深的那些染色质。

结构异染色质(或组成型异染色质)(constitutive heterochromatin)除复制期以外,在整个细胞周期均处于聚缩状态,形成多个染色中心。结构异染色质多定位于着丝粒区、端粒、次缢痕及染色体臂的某些节段,参与染色质高级结构的形成;由高度重复的简单 DNA 序列构成;不转录也不编码蛋白质;复制上表现为晚复制早聚缩。

兼性异染色质(facultative heterochromatin)是指在某些细胞类型或一定的发育阶段,原来的常染色质聚缩,并丧失基因转录活性,变为异染色质,如 X 染色体随机失活。异染色质化是关闭基因活性的一种途径。

第三节 染色质结构与基因活化

一、活性染色质与非活性染色质

活性染色质(active chromatin)是具有转录活性的染色质,而非活性染色质(inactive chromatin)是没有转录活性的染色质。非活性染色质包括异染色质和部分常染色质。

活性染色质的主要特征如下。

① 活性染色质具有 DNase Ⅰ 超敏感位点,超敏感位点为染色质上无核小体的 DNA 片段,常位于 5′-启动子区,长 100～200 bp,是起始转录的必要条件,可为 RNA 聚合酶、转录因子和调控因子提供结合位点。

② 活性染色质很少与组蛋白 H1 结合。

③ 组蛋白乙酰化程度高。

④ 核小体组蛋白 H2B 很少被磷酸化。

⑤ 其 H2A 少有变异形式。

⑥ H3 的变种只在活性染色质存在。

⑦ HMG14 和 HMG17 只存在于活性染色质中。

⑧ 组蛋白存在泛素化修饰。

二、染色质活化与基因激活

(一) 疏松染色质结构的形成

1. DNA 局部结构的改变与核小体相位的影响

非组蛋白和 DNA 特异位点结合引起 DNA 构象变化,具体表现在以下三个方面。

① 调控因子结合染色质特定位点,改变 DNA 构象,使其他调控因子易/难于结合特异位点。

② 某些特异的非组蛋白可撬开核小体上的 DNA,使得转录因子可结合其上。

③ 拓扑异构酶类非组蛋白可引起 DNA 双螺旋松弛或形成超螺旋。

核小体通常定位在 DNA 特殊位点,以利于调控因子结合,主要有以下两种情况。

① 基因关键调控元件游离在核小体外,调控因子易于与其结合。

19. G_1 期的 PCC 呈______状，S 期的呈______状，G_2 期的呈______状。

20. 周期蛋白 B 的降解依赖______途径。

三、不定项选择题

1. 细胞周期是指（　　）。
   A. 细胞从上次分裂开始到下次分裂开始
   B. 细胞从上次分裂结束到下次分裂结束
   C. 细胞从某次分裂开始到某次分裂结束
   D. 细胞从某次分裂结束到某次分裂开始

2. 细胞中 RNA 大量合成是在细胞周期中的（　　）。
   A. G_1 期　B. S 期　C. G_2 期　D. M 期

3. （　　）可将周期中细胞同步在有丝分裂的中期。
   A. TdR（脱氧胸苷）　B. 秋水仙素　C. 氯霉素　D. 细胞松弛素

4. 在细胞同步化实验中，TdR 二次阻断法释放的时间 t 要求满足（　　）。
   A. $T_S<t<T_S+T_{G_2}$　B. $T_S<t<T_{G_2}+T_M+T_{G_1}$
   C. $T_S<t<T_S+T_{G_1}$　D. 以上都不对

5. 人体肝细胞属于（　　）。
   A. G_1 期细胞　B. 终端分化细胞　C. 干细胞　D. 暂不增殖细胞

6. 卵受精后的早期几轮细胞周期中无（　　）。
   A. DNA 复制　B. 转录活动　C. 翻译活动　D. 翻译后修饰

7. 某细胞在进行正常有丝分裂过程中，如果细胞内的染色体、染色单体、DNA 分子三者的数量比是 1∶2∶2，则该细胞所处的分裂时期是（　　）。
   A. 前期或后期　B. 中期或末期　C. 前期或中期　D. 后期或末期

8. 高等植物细胞和动物细胞之间，在细胞分裂的机制上的不同点是（　　）。
   A. 着丝点分裂　B. 细胞质分裂　C. 纺锤丝的功能　D. 中心粒存在

9. 下列关于细胞分裂的描述，不正确的是（　　）。
   A. 无丝分裂中不涉及纺锤体的形成及染色质凝集形成染色体
   B. 有丝分裂包括核分裂和胞质分裂两个过程
   C. 无丝分裂仅存在于低等生物体内，而有丝分裂和减数分裂存在高等生物体内
   D. 减数分裂发生于有性生殖中

10. 着丝粒不分裂的现象可发生在（　　）。
    A. 正常无丝分裂过程中　B. 正常有丝分裂过程中
    C. 减数分裂Ⅰ过程中　D. 减数分裂Ⅱ过程中

11. 细胞在有丝分裂的中期（　　）。
    A. 染色质凝集，核仁解体，核膜破裂，纺锤体形成
    B. 染色体最大凝集并排列在细胞赤道板位置

C. 姐妹染色单体发生分离
D. 子细胞核开始形成

12. 中心体能放射出微管束，主要因为其含有(　　)。
A. α 微管蛋白　B. β 微管蛋白
C. γ 微管蛋白　D. 微管结合蛋白 tau

13. 减数分裂过程中同源染色体间 DNA 交换发生在(　　)。
A. 细线期　B. 偶线期　C. 粗线期　D. 双线期

14. 灯刷染色体主要存在于(　　)。
A. 鱼类卵母细胞　B. 昆虫卵母细胞
C. 哺乳类卵母细胞　D. 两栖类卵母细胞

15. 下列不属于减数分裂的特点的是(　　)。
A. 一个分裂过程中细胞分裂两次　B. 分裂后染色体数目减半
C. 子细胞遗传物质和亲代细胞及子细胞间均不相同
D. 存在染色体配对交换重组

16. 下列获得了诺贝尔奖的研究成果是(　　)。
A. 细胞周期调控　B. 细胞凋亡　C. RNA 干扰
D. 细胞衰老　E. 真核生物转录的分子基础

17. 蛋白酶体的特性是(　　)。
A. 沉降系数为 $20S$　B. 沉降系数为 $26S$
C. 含 43 个亚基　D. 含有 1 条 RNA 分子

18. 下列复合体含有 RNA 的是(　　)。
A. 端粒酶　B. APC　C. MPF　D. SRP

19. APC 的主要特性是(　　)。
A. 具有泛素连接酶 E3 的活性　B. 具有 CDK 的活性
C. 具有 MPF 的活性　D. 具有脱氧核糖核酸酶的活性

20. 在减数分裂过程中，可观察到四分体的时期是(　　)。
A. 减数分裂Ⅰ前期的各个时期　B. 减数分裂Ⅱ前期的各个时期
C. 减数分裂Ⅰ前期的偶线期、粗线期、双线期和终变期
D. 减数分裂Ⅰ的中期　E. 减数分裂Ⅱ的中期

21. 在生物进行减数分裂时，关于配子中遗传物质的组合，下列叙述错误的是(　　)。
A. 减数第一次分裂时同源染色体的分离方式决定了非同源染色体的组合类型
B. 两对自由组合的基因在次级性母细胞中的组合类型决定了性细胞中的组合类型
C. 两对完全连锁的基因在次级性母细胞中的组合类型决定了性细胞中的

续表

细胞连接类型		结构特点	生物学意义
通讯连接	胞间连丝	两相邻植物细胞的质膜相连形成管状（20～40 nm）结构，内质网从中穿过	功能上与动物细胞的间隙连接类似，通透性可调节，某些植物病毒能制造特殊的蛋白质，使胞间连丝的有效孔径扩大，某些细胞蛋白和核酸能够通过胞间连丝进入另外一个细胞
	化学突触	兴奋细胞间的一种连接方式	通过释放神经递质来传递神经冲动

第二节 细胞黏着及其分子基础

在细胞识别的基础上，同类细胞发生聚集形成细胞团或组织的过程叫做细胞黏着。在细胞识别过程中，细胞的糖被起重要作用，而引起细胞黏着的主要是整合膜蛋白。同种组织类型细胞的黏着甚至超越种的界限。

细胞黏着的方式有以下 3 种。

① 同亲型结合：相邻细胞表面同种黏着分子间的识别与黏着。

② 异亲型结合：相邻细胞表面不同种黏着分子间的识别与黏着。

③ 衔接分子依赖性结合：相邻细胞表面同种黏着分子借助衔接分子相互识别与黏着。

不同黏着分子的比较如下表所示：

类型	特点	功能
钙黏蛋白	介导钙依赖的同亲型黏着；钙黏蛋白多是单次跨膜蛋白，常形成二聚体或者多聚体，胞外肽链部分折叠形成重复结构域，与 Ca^{2+} 结合；具有 E-钙黏蛋白、N-钙黏蛋白、P-钙黏蛋白、VE-钙黏蛋白等类型	不同细胞及其不同发育阶段钙黏蛋白种类和数量不同；钙黏蛋白对个体发育具有重要作用，钙黏蛋白种类和数量的调控决定某些胚胎细胞的黏着，影响细胞分化，参与器官建成
选择素	介导钙依赖的异亲型黏着；选择素是跨膜蛋白，胞外有保守的凝集素样结构域；具有 L-选择素、P-选择素、E-选择素三种主要类型	参与白细胞与血管内皮细胞之间的识别与黏着，帮助白细胞聚集到炎症发生部位；参与淋巴细胞归巢现象的实现
免疫球蛋白超家族	介导钙不依赖的同亲型黏着和异亲型黏着；分子结构具有与免疫球蛋白类似的结构域	大多数细胞黏着分子介导淋巴细胞和免疫应答细胞间的黏着；V-CAM、N-CAM 和 L1 介导非免疫细胞间的黏着，在神经组织细胞间的黏着中发挥主要作用

续表

类型	特　点	功　能
整联蛋白	普遍存在脊椎动物细胞表面，介导 Ca^{2+} 或 Mg^{2+} 依赖的异亲型黏着；介导细胞间或细胞与胞外基质之间的黏着；有两个亚基形成跨膜异二聚体	通过与胞内支架蛋白的相互作用介导细胞与胞外基质之间的黏着；整联蛋白介导的典型结构有黏合斑和半桥粒；半数的整联蛋白含有结合 RGD 的结构域，开辟了以受体-配体相互作用为基础的新的治疗手段；参与信号传导，参与由“由内向外”以及“由外向内”两种信号传递；整联蛋白与其他表面受体通过多种协同方式刺激细胞产生多种应答

第三节　细胞外基质

细胞外基质指分布于细胞外空间，由细胞分泌的蛋白质和多糖所构成的网络结构。胞外基质不仅为组织的构建提供了支撑框架，还对于其接触的细胞命运以及其他功能产生重要的调控作用。细胞外基质主要含有结构蛋白、蛋白聚糖和粘连糖蛋白。

细胞外基质具有以下功能。

① 细胞外基质将细胞粘连在一起构成组织；动物组织的构建既是多细胞相互作用的结果，也是细胞与胞外基质相互作用的结果。

② 提供细胞外网架，在组织中或组织之间起支持作用。

③ 细胞外基质的三维结构及成分是动态变化的，通过细胞微环境的改变对细胞形态、生长、分裂、分化和凋亡起到调控作用。

一、胶原

胶原构成细胞外基质的骨架，也是动物体内含量最丰富的蛋白，约占人体蛋白质总量的25%以上，是胞外基质中最主要的水不溶性纤维蛋白。胶原在各种动物中都存在，肌腱、软骨和骨中的胶原非常丰富，含量接近1/2。胶原含有多种不同的类型，其分布具有一定的组织特异性。

1. 类型

胶原类型多达26种，常见的6种胶原（Ⅰ～Ⅵ）具有不同的化学结构和免疫性能，是不同基因的表达产物。

Ⅰ型胶原常形成较粗的纤维束，分布广泛，主要存在于皮肤、肌腱、韧带和骨骼中，有很强的抗张强度，约占人体胶原总量的90%。

Ⅱ型胶原主要存在于软骨中。

Ⅲ型胶原形成细微的原纤维网，广泛分布于伸展性的组织。

Ⅳ型胶原形成二维网络样结构，构成基膜。

Ⅴ型和Ⅵ型胶原与Ⅰ型胶原共分布。

模拟试题

模拟试题(一)

一、单项选择题(每题 1 分,共 15 分)

1. 第一个发现细胞的科学家是(　　)。

   A. Robert Hooke　B. A. V. Leeuwenhoek　C. M. J. Schwann　D. Wilson

2. 动植物细胞大小通常为几到几十(　　)。

   A. 毫米　B. 微米　C. 纳米　D. 埃

3. 福尔根反应用于定位细胞内(　　)的分布。

   A. 糖　B. 脂肪　C. DNA　D. 蛋白质

4. 外核膜与内核膜的区别在于前者表面附有(　　)。

   A. 核纤层蛋白　B. 染色体　C. 核小体　D. 核糖体

5. (　　)是由一层单位膜包被的细胞结构。

   A. 内体(endosome)　B. 核糖体(ribosome)

   C. 蛋白酶体(proteasome)　D. 中心体(centrosome)

6. 染色体骨架的主要成分是(　　)。

   A. 组蛋白　B. 非组蛋白　C. DNA　D. RNA

7. 肌质网是一种特化的内质网,可储存(　　)。

   A. Mg^{2+}　B. Ca^{2+}　C. Fe^{3+}　D. Cu^{2+}

8. 三联体微管中共有(　　)根原纤维丝。

   A. 30　B. 36　C. 33　D. 39

9. 与矽肺和酒精解毒相关的细胞器分别是(　　)。

   A. 高尔基体和过氧化物酶体　B. 溶酶体和线粒体

   C. 线粒体和过氧化物酶体　D. 溶酶体和过氧化物酶体

10. 未经任何染色的菠菜叶肉细胞在荧光显微镜下(蓝色激发光)叶绿体和细胞核的颜色分别为(　　)。

    A. 火红色和无色　B. 橘红色和绿色

    C. 绿色和红色　D. 火红色和绿色

11. 鞭毛和纤毛的轴丝由(　　)构成。

    A. 9 组二联体微管和 3 根单体微管　B. 9 组三联体微管和 2 根单体微管

    C. 9 组二联体微管和 2 根单体微管　D. 9 组三联体微管

12. 在利用脉冲标记 DNA 复制和细胞分裂指数观察法测定细胞周期过程中,从被标记的 M 期细胞开始出现并逐渐消失,到其再次出现所经历的时间是

(　　)。

A. T_S　　B. T_{G_2}　　C. T_{G_1}　　D. T_M

13. (　　)可通过抑制动物细胞的胞质分裂从而使细胞分裂不能正常进行。

A. 秋水仙素　B. 细胞松弛素　C. 紫杉酚　D. 长春花碱

14. 脑血屏障可以限制某些物质在血液和脑组织液之间的自由交换，从而维持脑部组织环境的相对稳定，你认为其是由(　　)构成的。

A. 锚定连接　B. 桥粒　C. 紧密连接　D. 黏合带

15. 在磷脂酰肌醇信号通路中，G 蛋白的直接效应酶是(　　)。

A. AC　B. PKA　C. PKC　D. PLC

二、不定项选择题(每题 1 分，共 6 分)

1. 以下蛋白质在内质网上合成的是(　　)。

A. 向细胞外分泌的蛋白　B. 跨膜蛋白

C. 溶酶体的水解酶　D. 内质网驻留蛋白

2. 将分离的线粒体经低渗溶液处理后，下列说法正确的是(　　)。

A. 内膜先于外膜破裂　B. 外膜先于内膜破裂

C. 外膜和内膜同时破裂

D. 低渗溶液中的组分可迅速透过外膜渗透到膜间腔中

3. 下列现象和微丝无关的是(　　)。

A. 纤毛和鞭毛的运动　B. 细胞变形虫样运动

C. 肌肉收缩　D. 胞质分裂

4. 下列属于通讯连接的有(　　)。

A. 间隙连接　B. 化学突触　C. 胞间连丝　D. 桥粒

5. 电镜下观察处理后的核仁组织区，可以观察到很多串联的圣诞树样的结构，对此结构的叙述中正确的是(　　)。

A. 串联的每个“圣诞树”的结构和组成成分各不相同

B. 圣诞树的长“枝条”上包含的 rRNA 长度越长

C. 对于哺乳类生物而言，其上可能含有 18S、5S 和 28S 的 rRNA

D. “枝条”上可结合有蛋白颗粒

6. 在用 TdR 抑制 DNA 合成而将细胞同步化的过程中，第一次添加 TdR 后(　　)。

A. 可将所有细胞同步化在 S 期

B. S 期的细胞就停留在原处不动

C. G_1、G_2 和 M 期的细胞向前运行直到 G_1/S 交界处

D. 为使细胞很好地同步化，在去除 TdR 之前，培养的时间应不小于 T_{G_1} +

$T_{G_2}+T_M$

三、填空题(每空 0.5 分,共 4 分)

1. 原核细胞中没有内质网但______可代行其部分功能,原核细胞基因组中______(有/无)内含子。

2. 广义的细胞骨架包括细胞质骨架、______和______。

3. 壁虎尾巴断后可重新长出,这种现象叫______,此过程中涉及部分细胞的转分化。转分化的细胞一般经历______和______的过程。

四、判断题(每题 1 分,共 8 分)

1. 类病毒在结构上比病毒更简单,其由感染性的蛋白质组成。 ( )

2. NLS 序列可存在于亲核蛋白的不同部位,指导蛋白完成核输入后并不被切除。 ( )

3. 组蛋白富含带正电荷的 Arg 和 Lys 等碱性氨基酸,属碱性蛋白质,故可和酸性的 DNA 形成特异性结合。 ( )

4. 非活性染色质包括异染色质和部分常染色质。 ( )

5. 从体积上说,一般原核细胞大于真核细胞,卵细胞大于体细胞。 ( )

6. 原核细胞中无微管、微丝和中间纤维。 ( )

7. 通过配体门通道的物质运输是不需消耗能量 ATP 的。 ( )

8. 蛋白质 C 端的第一个氨基酸残基可决定蛋白质的寿命。 ( )

五、名词解释(每题 3 分,共 12 分)

1. 第二信使学说(second messenger theory)

2. 细胞外被(cell coat)

3. 结合改变机制(binding change mechanism)

4. 细胞内膜系统(endomembrane system)

六、简答题(任选 5 题,共 40 分)

1. 简单叙述信号肽学说的主要内容。(8 分)

2. 细胞核中的 DNA 完全铺展开的长度可达 2 m,而细胞核的直径仅为 5～8 μm,DNA 在细胞核中是如何存在的?简述一种染色质的包装模型。(8 分)

3. 结合跨膜蛋白的合成、加工及膜泡运输中各膜相结构间相互融合的模式,说明跨膜糖蛋白的糖基为何总在细胞膜外表面。(8 分)

4. 细胞周期中具有哪些检验点?各检验点所检测的主要生物学事件有哪些?你认为它们的作用是什么?(8 分)

5. 细胞体积具有下限,不能太小,否则就不能提供足够的空间,你认为细胞体积有无上限?简单说明理由。(8 分)

6. 生物膜的基本特征是什么?这些特征与它的生理功能有何联系?(8 分)

7. 简述一种获取同步化细胞的方法及其原理。(8 分)

七、论述题(任选1题,15分)

1. 心绞痛是冠状动脉粥样硬化性心脏病的主要临床表现,是由于冠状动脉供血不足,心肌暂时缺血、缺氧而引起的发作性胸骨后疼痛,为突然发作,多见于体力劳动或情绪激动时,受寒或饱餐后。持续约数分钟,休息或用硝酸甘油片后症状缓解。请利用细胞生物学中的相关理论来解释硝酸甘油的作用机制、动脉粥样硬化的成因以及其中所涉及的物质的跨膜运输过程。

2. 地高辛和乌本苷是Na^+-K^+泵的特异性抑制剂,同时它们也是强心剂,能加强心脏肌肉收缩。结合细胞生物学中讲述的Na^+-K^+泵的功能及肌肉收缩的相关理论来解释乌本苷能作为强心剂的原因。要求简单叙述这一调节过程。

模拟试题(一)解答

一、单项选择题

1. A　2. B　3. C　4. D　5. A　6. B　7. B
8. C　9. D　10. A　11. C　12. A　13. B　14. C
15. D

二、不定项选择题

1. ABCD　2. BD　3. A　4. ABC　5. BD　6. ABCD

三、填空题

1. 细胞膜　无

2. 细胞核骨架　细胞膜骨架　细胞外基质

3. 再生　去分化　再分化

四、判断题

1. ×　2. √　3. ×　4. √　5. ×　6. √　7. √
8. ×

五、名词解释

1. 第二信使学说(second messenger theory):胞外化学物质(第一信使)不能进入细胞,它作用于细胞表面受体,而导致产生胞内第二信使,从而激发一系列生化反应,最后产生一定的生理效应,第二信使的降解使其信号作用终止。

2. 细胞外被(cell coat):又称糖萼,用来指细胞膜外表面覆盖的一层黏多糖物质,是细胞膜的结构组分。

3. 结合变构机制(binding change mechanism):与ATP合酶活性密切相关的3个β亚基各自具有一定的构象,不同构象与核苷酸结合的亲和力也不同,在ATP合成过程中,在H^+流驱动γ和ε亚基旋转120°的情况下,3个β亚基的构象也相互发生转变,从而引起β亚基对ATP、ADP和Pi亲和力的改变,导致了ATP的合成和释放。

4. 细胞内膜系统(endomembrane system):在结构、功能乃至发生上相关的,由膜围绕的细胞器或细胞结构,包括内质网、高尔基体、溶酶体、胞内体和分泌泡等。

六、简答题

1. 指导合成蛋白质的 mRNA 上的一段特殊的信号密码翻译出的肽链叫做信号肽。其可被细胞质中的 SRP 识别,形成 SRP-核糖体复合体,并导致多肽链合成暂时停止;SRP 携带核糖体同内质网膜上的 SRP 受体结合,将合成的信号肽插入内质网腔内,SRP 离去,使多肽链合成又重新启动;进入内质网腔的信号肽将被信号肽酶切掉,蛋白质被释放到内质网腔。合成终止后,核糖体脱离内质网膜,大、小亚基解离,重新加入"核糖体循环"。

2. 细胞核内的 DNA 是以一种高度有序的状态——染色质或染色体的形式存在的。

染色质包装的多级螺旋模型如下。

一级结构:核小体是染色体的基本结构单位,每个核小体由组蛋白(H2A、H2B、H3、H4 各 2 个)组成八聚体,外面盘绕 1.75 圈 DNA(约 146 个碱基对),两个核小体之间以 60 个碱基对的连接 DNA 片段与组蛋白 H1 形成的细丝相连。

二级结构:每 6 个核小体绕成一圈形成空心螺线管,外径 30 nm。

三级结构:螺线管进一步盘绕,形成超螺线管,直径 400 nm;或 30 nm 的纤维(相当于螺线管)围绕在支架周围,并与支架相连接,向外伸展形成放射环。

四级结构:超螺线管进一步形成染色单体;或 18 个复制环形成微带,由微带构成染色体。

3. 跨膜蛋白的方向性在内质网上合成时就形成了,且在以后随膜流的转运过程中不再变化;内质网和高尔基体中含有糖基化酶,可对暴露在膜腔内侧的蛋白进行糖基化修饰,形成跨膜糖蛋白;糖蛋白的糖链在内质网、运输膜泡及高尔基体上时都是暴露在膜腔内侧;当运输膜泡同细胞膜结合时,其内侧翻向细胞膜的外侧,故跨膜糖蛋白的糖基总在细胞膜 ES 面。

4. G_1 期检验点:细胞大小、营养水平、生长因子和 DNA 损伤。

G_2 期检验点:细胞大小、DNA 复制和环境因素。

M 期的纺锤体装配检验点:染色体是否附着在纺锤体上。

5. 从以下三个方面论述:体积和表面积的比、物质交流、细胞核与细胞质的相互关系。

6. 流动性和不对称性是生物膜的基本特征。各种不同的膜蛋白与膜脂分子的协同作用不仅为细胞的生命活动提供了稳定的内环境,而且还行使着物质转运、信号传递、细胞识别等多种复杂的功能。流动性和不对称性是膜完成其生理功能的必要保证。

7. 密度梯度离心法:根据不同时期的细胞在体积和质量上存在差别进行分离。

DNA合成阻断法即G_1/S-TdR双阻断法，通过两次利用DNA合成抑制剂，最终将细胞群阻断于G_1/S交界处。

分裂中期阻断法：通过抑制微管聚合来抑制细胞分裂器的形成，将细胞阻断在分裂中期。

七、论述题

1. 硝酸甘油进入体内后，与机体发生反应，产生NO；NO扩散到邻近细胞，增强GC酶活性，导致cGMP大量合成；cGMP介导蛋白质磷酸化等过程，引起肌肉舒张。

受体介导的LDL胞吞作用及过程：细胞需要胆固醇时，LDL受体合成并被嵌入到细胞膜中；LDL颗粒与受体结合，集中于有被小窝中；有被小窝内陷，形成有被小泡；有被小泡脱去包被，成为无被小泡，网格蛋白返回质膜被重复使用；无被小泡与细胞内其他小泡融合，成为胞内体；胞内体膜上的质子泵使腔内pH值降低，配体受体分离，受体返回细胞膜被重复使用；LDL囊泡与初级溶酶体结合，被降解并释放出游离胆固醇。

当患者缺乏LDL受体或LDL受体蛋白与有被小窝结合部位有缺陷时都可导致LDL吸收发生障碍，导致动脉粥样硬化。

2. Na^+-K^+泵的功能是向胞外泵出Na^+，形成跨膜的Na^+浓度差。

Na^+-Ca^{2+}交换器作用及运转机理。

Ca^{2+}在肌肉收缩中的作用及作用过程。

模拟试题(二)

一、名词解释(每题2分，共16分)

1. 吞噬作用　2. 细胞识别　3. 核仁组织区
4. 核孔复合体　5. 受体　6. 蛋白质分选信号
7. G蛋白　8. 原癌基因

二、单项选择题(每题1分，共10分)

1. 细胞被吖啶橙染色后在荧光显微镜下可见(　　)。
   A. 核仁和细胞质呈橘红色，核质呈绿色
   B. 核质和核仁呈黄绿色，细胞质呈橘红色
   C. 细胞核呈绿色，细胞质呈红色
   D. 核仁呈绿色，核质和细胞质呈红色
   E. DNA呈蓝绿色，RNA呈红色
2. 用^{32}P处理培养细胞后能被掺入到细胞周期的(　　)。
   A. G_1期　B. S期　C. M期　D. G_2期　E. G_0期
3. 生物膜结构和功能的特殊性主要取决于(　　)。

A. 膜脂的种类　B. 膜蛋白的组成和种类　C. 膜糖类的组成和种类
D. 膜中糖类与蛋白质的关系　E. 膜中脂类与蛋白质的比例

4. 糙面内质网不具备的功能是(　　)。
A. 核蛋白体附着的支架　B. 参与蛋白质合成　C. 解毒作用
D. 物质运输的管道　E. 区域化作用

5. 溶酶体在胞内作用的基本形式是(　　)。
A. 溶酶体膜破裂释放水解酶　B. 溶酶体膜可透出水解酶
C. 被消化的物质转运入溶酶体内
D. 初级溶酶体与吞噬体或自噬体等结合形成次级溶酶体进行胞内消化
E. 以上都不是

6. 微管蛋白在一定条件下,能装配成微管,其管壁由(　　)根原纤维构成。
A. 9　B. 11　C. 13　D. 15

7. 在电镜下,中心粒的结构是(　　)。
A. 由 9 组单管微管环状斜向排列
B. 由 9 组二联微管环状斜向排列
C. 由 9 组三联微管环状斜向排列
D. 由 9 组外围微管和 1 个中央微管排列而成
E. 由 9 组外围微管和 2 个中央微管排列而成

8. 核小体包含有(　　)。
A. H2A、H2B、H3、H4 各 2 个分子
B. H2A、H2B 各 4 个分子
C. H3、H4 各 4 个分子
D. H2A、H2B、H3、H4 各 1 个分子,以及 4 个非组蛋白分子

9. 癌细胞通常由正常细胞转化而来,与原来的细胞相比,癌细胞的分化程度通常表现为(　　)。
A. 分化程度相同　B. 分化程度低
C. 分化程度高　D. 成为干细胞

10. 在衰老细胞中增多的细胞器是(　　)。
A. 细胞核　B. 线粒体　C. 内质网　D. 中心体　E. 溶酶体

三、多项选择题(每题 2 分,共 12 分)

1. 非放射性核素标记探针的标记物为(　　)。
A. 地高辛　B. 生物素　C. 胶体金
D. 碱性磷酸酶　E. 辣根过氧化物酶

2. 细胞的连接方式有(　　)。
A. 紧密连接　B. 缝隙连接　C. 桥粒连接　D. 细胞通讯　E. 细胞黏合

3. ( )是染色质的结构。

A. 组蛋白 B. 螺线体 C. 超螺线体 D. DNA E. 核小体

4. 关于一氧化氮(NO)信号,下列正确的是( )。

A. NO是细胞内信号传递的信使 B. NO降低细胞内cGMP的浓度

C. NO升高细胞内cGMP的浓度 D. NO降低细胞内cAMP的浓度

E. NO升高细胞内cAMP的浓度

5. ( )是细胞内的第二信使。

A. cAMP B. IP_3 C. DAG D. PKC E. Ca^{2+}

6. 凋亡细胞的特点是( )。

A. 细胞膜破裂 B. 细胞膜保持完整 C. 被邻近的细胞吞噬

D. 可引起炎症 E. 不引起炎症

四、简答题(每题8分,共32分)

1. 从光源、透镜和成像三方面比较电镜和光镜。
2. 细胞内质子泵有哪三种类型?
3. 简述微丝的结构特点和主要生理功能。
4. 简述凋亡细胞染色质DNA的降解特点。

五、论述题(15分)

试从细胞物质和能量代谢,以及细胞信息(遗传信息和细胞信号)交流的角度阐述细胞的整体性。

六、实验设计(15分)

举出两种以上人工细胞同步化的方法,并说明优缺点。

模拟试题(二)解答

一、名词解释

1. 吞噬作用(phagocytosis):在触发信号作用下,细胞通过细胞膜内陷,将胞吞物形成较大囊泡,最终使其进入细胞内,此过程需要微丝骨架及其结合蛋白的参与。

2. 细胞识别(cell recognition):细胞识别是指细胞通过其表面的受体与胞外信号物质分子选择性地相互作用,从而导致细胞内一系列生理生化变化,最终表现为细胞整体的生物学效应的过程。

3. 核仁组织区(nucleolar organizing region):位于染色体的次缢痕部位,是核糖体RNA基因所在的部位,可组织形成核仁,其上包含5.8*S* rRNA、18*S* rRNA和28*S* rRNA基因,但不包括5*S* rRNA基因。

4. 核孔复合体(nuclear pore complex):核被膜上由外环、内环、辐和中央栓等多种核孔蛋白构成的联系核质和细胞质的复杂隧道结构,对进出核的物质有控制作用。

5. 受体(receptor):细胞膜表面或细胞内部存在的一类蛋白质,其上有专门位点

和信号分子进行结合，结合后可以将信号分子携带的信息传递到细胞内，引起细胞发生一系列反应。

6. 蛋白质分选信号(protein sorting signal)：在细胞质基质中的游离核糖体上合成的需要运输并定位到其他细胞器的蛋白质上通常含有一段或几段氨基酸序列，它们可被相应细胞器的某些特异蛋白识别，从而实现其定向运输，这些序列即称为蛋白质分选信号。

7. G蛋白(G protein)：全称为三聚体GTP结合调节蛋白，位于质膜内侧，由α、β、γ三个亚基组成，α亚基具有一定的可变性，β、γ亚基相对保守。其中α亚基本身具有GTP酶活性和鸟苷酸结合位点，是一类重要的分子开关蛋白，α亚基与GDP结合时，处于关闭态；α亚基与GTP结合时，处于开启态，可传递信号。

8. 原癌基因(proto-oncogene)：正常细胞中的病毒癌基因的同源物称为细胞癌基因或原癌基因，如生长因子受体、转录激活蛋白和核调节蛋白等，其突变可导致细胞生长失控，诱发癌症。

二、单项选择题

1. B　2. B　3. B　4. C　5. D　6. C　7. C

8. A　9. B　10. E

三、多项选择题

1. AB　2. ABC　3. ABCDE　4. AC　5. ABC　6. BCE

四、简答题

1. 参见第三章中相关表格。

2. ① P-型质子泵：载体蛋白利用ATP使自身磷酸化，通过构象的改变来转移质子或其他离子，如植物细胞膜上的H^+泵以及位于胃表皮细胞并分泌胃酸的H^+-K^+ ATP酶。

② V-型质子泵：位于小泡的膜上，由许多亚基构成，水解ATP产生能量，但不发生自磷酸化，位于溶酶体膜、动物细胞的内吞体、高尔基体的囊泡膜、植物液泡膜上。

③ F-型质子泵：是由许多亚基构成的结构，也称ATP合酶，位于细菌质膜、线粒体内膜和叶绿体的类囊体膜上，可以利用质子动力势将ADP转化成ATP，也可以利用水解ATP释放的能量转移质子。

3. 微丝由G-肌动蛋白首尾连接组装而成，G-肌动蛋白单体有极性，其组装形成的微丝也具有极性，即其两端的生化和物理性质不完全相同，表现为两端聚合的速度不同，其中在正极G-肌动蛋白单体聚合的速度要比负极快。微丝上G-肌动蛋白单体不断在两端聚合和解离，处于动态平衡之中。

主要功能：参与肌肉收缩；参与胞的各种运动，如胞质环流、变形虫样运动和细胞吞噬活动；形成细胞分裂环，参与细胞分裂，在小肠上皮细胞中聚集成束支持微绒毛；形成应力纤维，参与细胞多项生命活动。

4. 细胞凋亡过程中染色质的降解具有以下特点。

① 染色质降解发生于凋亡早期，是由内源性核酸内切酶基因的活化和表达而造成的。

② 染色质 DNA 断裂的位置绝大部分位于核小体间的连接部位，因此容易造成核小体间散布着一系列单链切口。核酸内切酶随机分解核小体，产生 180～200 bp 或其整数倍的 DNA 片段，琼脂糖中电泳呈梯形条带。

五、论述题

此题从参与细胞物质和能量代谢的细胞器（线粒体、叶绿体、细胞质基质和细胞核等）以及参与遗传信息和信号传递的细胞器（如细胞核、细胞质基质、细胞膜）以及其他细胞器之间的相互作用关系着手论述。如物质和能量代谢的某些过程既发生在细胞质基质中（如糖酵解），也发生在线粒体中（如三羧酸循环和电子传递），二者有连续性，同时此过程需要很多酶参与，酶这一水平上受细胞核调控。

六、实验设计

参见第十二章中相关表格。